

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 1 4 2 1 1 9

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 6 月 4 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B29C 45/16		8823-4F		
45/14		8823-4F		
45/70		7365-4F		
// B29K101:12				
B29L 9:00				

審査請求 未請求 請求項の数 2 2 F D (全 3 9 頁)

(21) 出願番号	特願平 7 - 2 5 8 1 9 9
(22) 出願日	平成 7 年 (1995) 9 月 1 1 日
(31) 優先権主張番号	特願平 6 - 2 5 3 0 7 3
(32) 優先日	平 6 (1994) 9 月 2 1 日
(33) 優先権主張国	日本 (J P)
(31) 優先権主張番号	特願平 6 - 2 5 4 7 9 9
(32) 優先日	平 6 (1994) 9 月 2 2 日
(33) 優先権主張国	日本 (J P)

(71) 出願人	5 9 4 1 3 7 5 7 9
	三菱エンジニアリングプラスチックス株式 会社
	東京都中央区京橋一丁目 1 番 1 号
(71) 出願人	0 0 0 0 0 3 3 2 2
	大日本塗料株式会社
	大阪府大阪市此花区西九条 6 丁目 1 番 1 2 4 号
(72) 発明者	藤代 武志
	神奈川県平塚市東八幡 5 丁目 6 番 2 号 三 菱エンジニアリングプラスチックス株式会 社技術センター内
(74) 代理人	弁理士 山本 孝久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱可塑性樹脂の射出成形方法

(57) 【要約】

【課題】 熱可塑性樹脂の射出成形工程内で、各種の機能を有する皮膜を樹脂の表面上に容易に且つ確実に形成することができ、しかも優れた特性を有する皮膜を形成し得る、熱可塑性樹脂の射出成形方法を提供する。

【解決手段】 熱可塑性樹脂の射出成形方法は、(イ) 固定金型部及び可動金型部から成る金型に設けられたキャビティ内に熱可塑性樹脂から成る熔融樹脂を射出する工程と、(ロ) 熔融樹脂の射出完了後、注入された皮膜原料によってキャビティ内の樹脂が圧縮され及び／又は可動金型部が型開き方向に移動するように、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に所定量の皮膜原料を注入する工程と、(ハ) 離型前における型内圧が 0 k g f / c m<sup>2</sup> よりも高い状態となるように型内圧を保持する工程から成る。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (イ) 固定金型部及び可動金型部から成る金型に設けられたキャビティ内に熱可塑性樹脂から成る熔融樹脂を射出する工程と、

(ロ) 熔融樹脂の射出完了後、注入された皮膜原料によってキャビティ内の樹脂が圧縮され及び又は可動金型部が型開き方向に移動するように、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に所定量の皮膜原料を注入する工程と、

(ハ) 離型前における型内圧が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  よりも高い状態となるように型内圧を保持する工程、から成ることを特徴とする熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 2】 キャビティ内に射出された樹脂によって生成された型内圧が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  と等しい状態で皮膜原料を注入することを特徴とする請求項 1 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 3】 前記工程 (イ) と工程 (ロ) の間で、保圧を行う工程を更に含み、皮膜原料の注入を、保圧期間の終了と同時に、若しくは保圧期間の終了以降に行うことを特徴とする請求項 2 に記載の射出成形方法。

【請求項 4】 熔融樹脂の射出開始から離型までの間、金型の型締め力を一定に保持し、保圧操作によるキャビティ内の樹脂の重量増加が完了した時点における型内圧を  $P_{11}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{11}$  とし、皮膜原料の注入直前のキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{12}$ 、大気圧を  $P_0$  とし、(圧力  $P_{11}$ 、温度  $T_{11}$ ) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{11}$ 、(圧力  $P_0$ 、温度  $T_{12}$ ) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{12}$  としたとき、 $V_{12} \leq V_{11}$  である熱可塑性樹脂を用いることを特徴とする請求項 3 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 5】 保圧工程の完了後、金型の型締め力を工程 (イ) における型締め力よりも減少させ、

金型の型締め力を減少させた直後の型内圧を  $P_{11}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{11}$  とし、皮膜原料の注入直前のキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{12}$ 、大気圧を  $P_0$  とし、(圧力  $P_{11}$ 、温度  $T_{11}$ ) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{11}$ 、(圧力  $P_0$ 、温度  $T_{12}$ ) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{12}$  としたとき、 $V_{12} \leq V_{11}$  である熱可塑性樹脂を用いることを特徴とする請求項 3 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 6】 前記工程 (イ) における型締め力を  $F_{11}$ 、低減された型締め力を  $F_{12}$  としたとき、 $0 \leq F_{11} / F_{12} \leq 0.3$  を満足することを特徴とする請求項 5 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 7】 皮膜原料注入前 10 秒以内に、金型の型締め力を低減させることを特徴とする請求項 5 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 8】 保圧工程の完了後、金型の型締め力を 0 とし、次いで、固定金型部と可動金型部とでキャビティを

形成した状態で可動金型部を固定金型部から離間する工程を更に含み、

可動金型部を固定金型部から離間させた直後の型内圧を  $P'_{11}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T'_{11}$  とし、皮膜原料の注入直前のキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{12}$ 、大気圧を  $P_0$  とし、(圧力  $P'_{11}$ 、温度  $T'_{11}$ ) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V'_{11}$ 、

(圧力  $P_0$ 、温度  $T_{12}$ ) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{12}$  としたとき、 $V_{12} \leq V'_{11}$  である熱可塑性樹脂を用いることを特徴とする請求項 3 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 9】 皮膜原料の注入によって生成した型内圧のピーク圧を  $p_{0.001}$  とした場合、 $0 < p_{0.001} \leq 500 \text{ kg f / cm}^2$  を満足することを特徴とする請求項 4、請求項 5 又は請求項 8 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 10】 熱可塑性樹脂は、非強化の非晶性樹脂若しくは非強化の非晶性樹脂アロイ材から成ることを特徴とする請求項 4、請求項 5 又は請求項 8 に記載の射出成形方法。

【請求項 11】 保圧期間の終了後、皮膜原料を注入するまでの時間は、10 乃至 120 秒であることを特徴とする請求項 4、請求項 5 又は請求項 8 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 12】 キャビティ内に射出された樹脂によって生成された型内圧が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  よりも高い状態で皮膜原料を注入することを特徴とする請求項 1 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 13】 前記工程 (イ) と工程 (ロ) の間で、保圧を行う工程を更に含み、皮膜原料の注入を、保圧期間の終了と同時に、若しくは保圧期間の終了以降に行うことを特徴とする請求項 12 に記載の射出成形方法。

【請求項 14】 熔融樹脂の射出開始から離型までの間、金型の型締め力を一定に保持し、皮膜原料の注入直前の樹脂に起因した型内圧を  $P_{11}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{11}$ 、大気圧を  $P_0$  とし、(圧力  $P_{11}$ 、温度  $T_{11}$ ) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{11}$ 、(圧力  $P_0$ 、温度  $T_{12}$ ) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{12}$  としたとき、 $V_{12} > V_{11}$  である熱可塑性樹脂を用いることを特徴とする請求項 13 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 15】 保圧工程の完了後、金型の型締め力を工程 (イ) における型締め力よりも減少させ、皮膜原料の注入直前の樹脂に起因した型内圧を  $P_{11}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{11}$ 、大気圧を  $P_0$  とし、(圧力  $P_{11}$ 、温度  $T_{11}$ ) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{11}$ 、(圧力  $P_0$ 、温度  $T_{12}$ ) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{12}$  としたとき、 $V_{12} > V_{11}$  である熱可塑性樹脂を用いることを特徴とする請求項 13 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 1 6】前記工程 (イ) における型締め力を  $F_{11}$ 、低減された型締め力を  $F_{12}$  としたとき、 $0 \leq F_{12} / F_{11} \leq 0.3$  を満足することを特徴とする請求項 1 5 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 1 7】保圧工程の完了後、金型の型締め力を 0 とし、次いで、固定金型部と可動金型部とでキャビティを形成した状態で可動金型部を固定金型部から離間する工程を更に含み、

皮膜原料の注入直前の樹脂に起因した型内圧を  $P_{11}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{11}$ 、大気圧を  $P_0$  とし、(圧力  $P_{11}$ 、温度  $T_{11}$ ) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{11}$ 、(圧力  $P_0$ 、温度  $T_{11}$ ) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_0$  としたとき、 $V_0 > V_{11}$  である熱可塑性樹脂を用いることを特徴とする請求項 1 3 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 1 8】皮膜原料の注入直前の型内圧  $P$  の値は、 $0 < P \leq 500 \text{ kgf/cm}^2$  を満足することを特徴とする請求項 1 4、請求項 1 5 又は請求項 1 7 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 1 9】皮膜原料の注入直後の型内圧  $P_{11}$  の値は、 $0 < P_{11} \leq 500 \text{ kgf/cm}^2$  を満足することを特徴とする請求項 1 8 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 2 0】熱可塑性樹脂は結晶性樹脂又は結晶性樹脂アロイ材から成り、得られた射出成形品の厚さが 3 mm 以上であることを特徴とする請求項 1 4、請求項 1 5 又は請求項 1 7 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 2 1】金型に設けられたキャビティ内に溶融樹脂を射出した後の保圧期間を 3 秒以上とし、保圧圧力を  $300 \text{ kgf/cm}^2$  以上とすることを特徴とする請求項 1 4、請求項 1 5 又は請求項 1 7 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【請求項 2 2】皮膜原料の注入開始を、保圧期間の終了後 5 秒以内に行うことを特徴とする請求項 1 4、請求項 1 5 又は請求項 1 7 に記載の熱可塑性樹脂の射出成形方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱可塑性樹脂から成る射出成形品の表面に各種の機能を有する皮膜を容易に形成し得る、熱可塑性樹脂の射出成形方法に関する。

【0002】

【従来の技術】熱可塑性樹脂から成る射出成形品の表面特性の向上を目的として、射出成形品の表面に各種皮膜を形成する場合がある。このような皮膜として、例えば、塗料皮膜、ハードコート皮膜、紫外線防止皮膜、防曇皮膜等を挙げることができる。通常、射出成形方法にて射出成形品を製造した後、別工程にて射出成形品の表面に各種の機能を有する皮膜を形成する。皮膜の形成方法としては、例えば、射出成形品への皮膜原料のフクレ

一、射出成形品の液状皮膜原料への浸漬を挙げることができる。このような工程を経るために、表面に皮膜が形成された最終製品が得られるまでの工程が多岐に亘る。それ故、このような射出成形品においては、最終製品に至るまでの製造工程の削減、製造設備の縮小、加工・処理時間の短縮、製造コストの低減等が大きな課題である。

【0003】SMC (シートモールディングコンパウンド)、BMC (バルクモールディングコンパウンド) 等の熱硬化性樹脂の圧縮成形や射出成形においては、成形工程中に製品の表面に皮膜を形成する方法が幾つか提案されている。例えば特公昭 55-9291 号公報 (対応する USP No. 4076788) には、上部金型と下部金型との間に SMC 材料を供給し両方の金型を閉じ圧縮成形した後、両方の金型の密閉状態を維持したまま離間し、上部金型と部品との間に生じる空間中にこの空間の体積よりも少ない量の被覆剤を射出する方法が提案されている。尚、このような、樹脂成形品と金型との間に形成された空間の体積よりも少ない量の被覆剤を射出する方法を、以下、皮膜原料ショートショット法と呼ぶ。

【0004】また特公平 4-33252 号公報 (対応する USP No. 4668460) には、上部金型と下部金型との間に SMC 材料を供給し両方の金型を閉じ圧縮成形した後、金型と成形品との間に生じている圧縮圧力を大きく越える圧力で、金型と成形品との境界に被覆剤を射出する方法が提案されている。

【0005】一方、熱可塑性樹脂の射出成形法においても、成形工程中に射出成形品の表面に皮膜を形成する方法が提案されている。例えば特開平 5-301251 号公報 (対応する USP 未調査) には、熱可塑性樹脂を金型内に設けられたキャビティ内に射出した後、金型の型締め力を軽減し又は同一型締め力の状態で、樹脂成形品の塗装面と金型との間に形成された空間内に熱硬化性の塗料を注入・充填する方法が開示されている。尚、樹脂成形品と金型との間に形成された空間内に、かかる空間の体積と同じ体積の皮膜原料を注入・充填する方法を、以下、皮膜原料フルショット法と呼ぶ。

【0006】あるいは又、特開平 5-318527 号公報 (対応する USP 未調査) には、熱可塑性樹脂を射出成形し、引き続き、熱可塑性樹脂が金型内で収縮し発生した空間に未硬化の熱硬化性樹脂を注入した後、熱硬化性樹脂を硬化させ、一部の表面が熱硬化性樹脂で被覆された熱可塑性樹脂より成る成形体の製造方法が開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】これら 2 件の公告公報に開示された方法は、SMC の圧縮成形で問題となる穴、ひけ等の成形品表面の欠陥を隠蔽するには極めて有用な方法である。圧縮成形においては、可動金型部に

加えられた型締め力が、全て成形品に加えられる。即ち、

型内圧 = (型締め力) / (成形品投影面積)

が成立する。従って、型締め力の制御により、型内圧を容易に変化させることができるので、皮膜原料を注入すべきキャビティ内の空間の形成を、型締め力の制御によって画一的且つ容易に行うことができる。

【0008】しかしながら、熱可塑性樹脂の射出成形方法においては、通常、一定の型締め力を加えた状態で金型を離間させることなく一連の成形が行われること、型締め力は成形品に直接加わるのではなく成形用の金型に加わることなどが熱硬化性樹脂等の圧縮成形方法と大きく異なるため、これら2件の公告公報に開示された技術を熱可塑性樹脂の射出成形方法へ適用することは困難である。

【0009】即ち、これら2件の公告公報に開示されている SMC 等の熱硬化性樹脂の圧縮成形においては、成形加工工程全般に亘り、可動金型部によって常に圧縮力(型内圧)が成形材料に対して付与されている。そのため、金型内の成形材料表面に皮膜原料を注入するには、金型を一旦開いて可動金型部による圧縮力(型内圧)を開放して金型と成形材料との間に空間を設けたり(特公昭 55-9291 号公報)、あるいは又、可動金型部の圧縮力(型内圧)を越える圧力で皮膜原料を注入する(特公平 4-33252 号公報)必要がある。

【0010】一方、熱可塑性樹脂を用いた射出成形方法においては、通常、金型は固定金型部と可動金型部から成り、金型のキャビティ内に溶融した熱可塑性樹脂を射出する前に可動金型部が固定金型部に対して型締めされたとき、固定金型部は可動金型部と接触する。可動金型部に加えられた型締め力が固定金型部によって受けられた状態で、溶融樹脂を射出シリンダーからキャビティに射出し、溶融樹脂でキャビティ内を充填する。そして、型締め力を可動金型部に加えることによって、キャビティへの溶融樹脂の充填中あるいは充填後に可動金型部が型開きすることを防止している。即ち、型締め力それ自身が、キャビティ内に射出された溶融樹脂に圧縮圧力として加わる訳ではない。言い換えれば、型締め力は、射出成形品の形状付与(成形)には直接的には何ら寄与していない。

【0011】このような状態は、以下の式で表現することができる。

(型内圧) × (成形品投影面積)

= (P<sub>1</sub> - P<sub>1,loss</sub> + P<sub>2,loss</sub>) × (成形品投影面積)

≤ 型締め力

ここで、P<sub>1</sub> は溶融樹脂の射出圧力、P<sub>1,loss</sub> は溶融樹脂の射出時の圧力損失、P<sub>2,loss</sub> はキャビティ内での溶融樹脂の過剰充填分が型締め力によって受ける圧縮圧であり「成形品投影面積」とは、型締め力の方向と垂直な方向の平面に成形品を投影したときの成形品の面積であ

る。また、型内圧とは、特に断りのない限り、キャビティ内に射出された樹脂によって生成されたキャビティの金型面が受ける圧力である。尚、型内圧は、成形品内の任意の位置に対応するキャビティの金型面にて測定することができる。

【0012】従って、射出成形方法においては、型締め力の制御だけでは型内圧を所望の値に制御することができない。言い換えれば、皮膜原料を注入すべきキャビティ内の空間の形成を、型締め力の制御によって画一的且つ容易に行うことはできない。尚、かかる空間を、以下、単に空間と呼ぶ場合がある。

【0013】特公平 4-33252 号公報に開示された可動金型部の圧縮力(型内圧)を越える圧力で皮膜原料を注入する技術を熱可塑性樹脂の射出成形技術に適用した場合、(型内圧) × (成形品投影面積) ≤ 型締め力であるため、必ずしも皮膜原料の注入圧力が型締め力より勝り、射出成形品とキャビティの金型面との間に皮膜原料が注入されるとは限らない。

【0014】一方、先に挙げた2つの公開公報に開示された技術においては、射出された熱可塑性樹脂がキャビティ内で冷却・固化する過程で収縮し、その結果生じた空間に皮膜原料を注入・充填する。言い換えれば、空間の体積を越える体積の皮膜原料をかかえる空間に注入するわけではない。一見、これらの技術は、熱可塑性樹脂の射出成形法における皮膜形成技術として適切な方法であるように考えられる。しかしながら、先にも述べたように

(型内圧) × (成形品投影面積)

= (P<sub>1</sub> - P<sub>1,loss</sub> + P<sub>2,loss</sub>) × (成形品投影面積)

≤ 型締め力

との関係がある。ところで、空間を生じさせるためには、型内圧が 0 kg f / cm<sup>2</sup> となる必要がある。然るに、キャビティ内に射出された溶融樹脂の冷却・固化が進行し P<sub>1</sub> = P<sub>1,loss</sub> = 0 となっても、P<sub>2,loss</sub> の項が残る限り、型内圧が 0 kg f / cm<sup>2</sup> に低下することはない。従って、空間が必ず生じるとは限らない。また、皮膜原料を注入すべきキャビティ内の空間の形成を、型締め力の制御によって画一的且つ容易に行うことはできない。

【0015】更には、型内圧はキャビティの形状や溶融樹脂の種類、あるいは射出充填後の放置時間(冷却時間)によって異なるため、例えば、可動金型部を固定金型部から離間したからといって空間が確実に形成されるとは一概には言えない。

【0016】以上に説明したとおり、空間の形成と、型締め力の低下量の関係、あるいは又、空間の形成と、固定金型部からの可動金型部の離間量の関係は、P<sub>2,loss</sub> の項の大きさに依存する。従って、単に型締め力の制御や、可動金型部の固定金型部からの離間量を決定することのみによって、空間の形成を画一的且つ容易に行うことは

できない。

【0017】通常、注入された皮膜原料には体積収縮が生じる。キャビティ内の熔融樹脂に関しては、キャビティへ射出された後も射出成形装置の射出シリンダー側からキャビティの熔融樹脂に対して保圧圧力が加えられ、熔融樹脂のキャビティ内への補給が行われる。一方、皮膜原料に関しては、通常、空間に皮膜原料を注入した後、注入された皮膜原料と皮膜原料注入装置は“縁切り”状態となる。従って、空間に皮膜原料を注入した場合、注入後の皮膜原料に常に圧力が加わっている訳ではない。その結果、皮膜原料注入装置から注入された皮膜表面の光沢性が低下したり、熱可塑性樹脂に対する皮膜の密着性が低下したり、皮膜が不均一になるという問題がある。このような問題を回避するためには、注入後の皮膜原料が、常に或る圧力が加えられた状態で、キャビティの金型面に対して押し付けられていなければならない。然るに、このような問題やこれを解決するための手段は、先に挙げた2つの公開公報には、開示も示唆もなされていない。

【0018】従って、本発明の目的は、熱可塑性樹脂の射出成形工程内で、各種の機能を有する皮膜を樹脂の表面上に容易に且つ確実に形成することができ、しかも優れた特性を有する皮膜を形成し得る、熱可塑性樹脂の射出成形方法を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための本発明の熱可塑性樹脂の射出成形方法は、(イ)固定金型部及び可動金型部から成る金型に設けられたキャビティ内に熱可塑性樹脂から成る熔融樹脂を射出する工程と、(ロ)熔融樹脂の射出完了後、注入された皮膜原料によってキャビティ内の樹脂が圧縮され及び/又は可動金型部が型開き方向に移動するように、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に所定量の皮膜原料を注入する工程と、(ハ)離型前における型内圧が $0 \text{ kg f/cm}^2$ よりも高い状態となるように型内圧を保持する工程、から成ることを特徴とする。ここで、型内圧とは、キャビティ内に射出された樹脂及び/又は注入された皮膜原料によって生成された、キャビティの金型面が受ける圧力を指す。型内圧は、例えば、キャビティの金型面の任意の位置に圧力センサーを取り付けることによって測定することができ。

【0020】本発明の熱可塑性樹脂の射出成形方法の好ましい第1の態様(以下、単に本発明の第1の態様と呼ぶ)においては、キャビティ内に射出された樹脂によって生成された型内圧 $P$ が $0 \text{ kg f/cm}^2$ と等しい状態で皮膜原料を注入する。型内圧 $P$ が $0 \text{ kg f/cm}^2$ と等しい状態とは、キャビティの金型面が受ける圧力、あるいは又、キャビティ内の樹脂に加わっている圧力が大気圧であることを意味する。具体的には、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に空間が形成されて

いる状態、若しくは、空間は形成されていないが、キャビティ内に射出された樹脂によってキャビティの金型面に、大気圧の他、何ら圧力が加わっていない状態を指す。

【0021】本発明の第1の態様においては、前記工程(イ)と工程(ロ)の間で、保圧を行う工程を更に含み、皮膜原料の注入を、保圧期間の終了と同時に、若しくは保圧期間の終了以降に行うことが好ましい。この場合、保圧期間の終了後、皮膜原料を注入するまでの時間は、10乃至120秒であることが好ましい。尚、保圧期間の終了前に皮膜原料の注入を開始した場合、キャビティ内の熔融樹脂が皮膜原料注入装置内に流入する危険がある。皮膜原料の注入開始を、保圧期間の終了と同時に若しくはそれ以降にすることによって、このような危険性を回避することができる。

【0022】保圧とは、熔融樹脂の射出後、射出成形装置の射出シリンダー側から金型のゲート部を通じてキャビティ内の熔融樹脂に圧力を加え続ける作業を指す。冷却に伴いキャビティ内の樹脂は体積収縮するが、保圧を行うことによって、キャビティ内に熔融樹脂を補充し、キャビティ内の樹脂全体の過剰な体積収縮を抑制しつつキャビティ内の樹脂の重量を増加させることができる。このような操作を保圧操作と呼び、このときの熔融樹脂に加えられる圧力が保圧圧力である。保圧期間(保圧時間)とは、熔融樹脂を規定量射出した後、熔融樹脂に保圧を加え続けている期間(時間)を意味する。尚、保圧期間中にゲート部内の樹脂の冷却固化が進行し、保圧を加え続けてもキャビティ内の樹脂の重量増加には何ら寄与しなくなることがある。このような現象をゲートシールと呼ぶ。一般に、保圧圧力が小さい場合、保圧時間が長い場合、あるいは又、成形すべき射出成形品の厚さが比較的薄い場合、ゲートシールが観察されることが多い。一方、保圧期間中にゲート部内の樹脂の冷却固化が十分に進行せず、ゲートシールが観察されない場合もある。即ち、保圧圧力が大きい場合、保圧時間が短い場合、成形すべき射出成形品の厚さが比較的厚い場合、ゲートシールは観察されないことが多い。

【0023】本発明の第1の態様においては、熔融樹脂の射出開始から離型までの間、金型の型締め力を一定に保持することができる。尚、以下、便宜上、このような操作を高圧型締め操作と呼ぶ。この場合、保圧操作によるキャビティ内の樹脂の重量増加が完了した時点における型内圧を $P_{11}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を $T_{11}$ とし、皮膜原料の注入直前のキャビティ内の樹脂の温度を $T_{12}$ 、大気圧を $P_0$ とし、(圧力 $P_{11}$ 、温度 $T_{11}$ )における熱可塑性樹脂の比容積を $V_{11}$ 、(圧力 $P_{12}$ 、温度 $T_{12}$ )における熱可塑性樹脂の比容積を $V_{12}$ としたとき、 $V_{11} \leq V_{12}$ である熱可塑性樹脂を用いることが好ましい。

【0024】あるいは又、本発明の第1の態様において

は、保圧工程の完了後、金型の型締め力を工程（イ）における型締め力よりも減少させることができる。尚、以下、便宜上、このような操作を低圧型締め操作と呼ぶ。この場合、使用する熱可塑性樹脂の種類や成形条件等に依存して、低圧型締め操作の完了時、型内圧が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  となる場合もあるが、型内圧が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  ではない場合もある。後者の場合、金型の型締め力を減少させた直後の型内圧を  $P_{11}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{11}$  とし、皮膜原料の注入直前のキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{12}$ 、大気圧を  $P_0$  とし、（圧力  $P_{11}$ 、温度  $T_{11}$ ）における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{11}$ 、（圧力  $P_0$ 、温度  $T_{12}$ ）における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{12}$  としたとき、 $V_{12} \leq V_{11}$  である熱可塑性樹脂を用いることが好ましい。

【0025】低圧型締め操作においては、前記工程（イ）における型締め力を  $F_{10}$ 、低減された型締め力を  $F_{11}$  としたとき、 $0 \leq F_{11} / F_{10} \leq 0.3$ 、更に好ましくは  $0 \leq F_{11} / F_{10} \leq 0.1$  を満足することが望ましい。  $F_{11} / F_{10}$  の値が  $0.3$  を越える場合、使用する熱可塑性樹脂や成形条件に依っては、皮膜原料注入によ

って生じるキャビティ内の樹脂の圧縮状態が不均一となり、皮膜の厚さが不均一となったり、射出成形品の一部分にしか皮膜が形成されない場合がある。更には、皮膜原料注入前 10 秒以内に、金型の型締め力を低減させることが望ましい。

【0026】あるいは又、本発明の第 1 の態様においては、保圧工程の完了後、金型の型締め力を 0 とし、次いで、固定金型部と可動金型部とでキャビティを形成した状態で可動金型部を固定金型部から離間する工程を更に含むことができる。尚、以下、便宜上、このような操作を可動金型部離間操作と呼ぶ。この場合、使用する熱可塑性樹脂の種類や成形条件等に依存して、可動金型部離間操作の完了時、型内圧が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  となる場合もあるが、型内圧が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  ではない場合もある。後者の場合、可動金型部を固定金型部から離間させた直後の型内圧を  $P'_{11}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T'_{11}$  とし、皮膜原料の注入直前のキャビティ内の樹脂の温度を  $T'_{12}$ 、大気圧を  $P_0$  とし、（圧力  $P'_{11}$ 、温度  $T'_{11}$ ）における熱可塑性樹脂の比容積を  $V'_{11}$ 、（圧力  $P_0$ 、温度  $T'_{12}$ ）における熱可塑性樹脂の比容積を  $V'_{12}$  としたとき、 $V'_{12} \leq V'_{11}$  である熱可塑性樹脂を用いることが好ましい。

【0027】高圧型締め操作、低圧型締め操作、あるいは可動金型部離間操作においては、皮膜原料の注入によって生成した型内圧のピーク圧を  $p_{1000}$  とした場合、 $0 < p_{1000} \leq 500 \text{ kg f / cm}^2$ 、好ましくは  $50 \text{ kg f / cm}^2 \leq p_{1000} \leq 300 \text{ kg f / cm}^2$  を満足することが望ましい。キャビティ内に射出された樹脂によって生成された型内圧  $P$  は、皮膜原料の注入時、 $0 \text{ kg f / cm}^2$  と等しい状態になっている。従って  $p_{1000}$  の値が

$0 \text{ kg f / cm}^2$  では、注入された皮膜原料によってキャビティ内の樹脂が圧縮され及び、又は可動金型部が型開き方向に移動されることがない。このことは、形成された空間の体積と等しい体積の皮膜原料が注入されたか（皮膜原料フルショット法）、または、形成された空間の体積よりも少ない体積の皮膜原料が注入された（皮膜原料ショートショット法）ことを意味する。このような、皮膜原料フルショット法若しくは皮膜原料ショートショット法においては、皮膜表面へのキャビティの金型面の転写性が不十分となり、あるいは又、熱可塑性樹脂に対する皮膜の密着力が低下する。一方、 $p_{1000}$  の値が  $500 \text{ kg f / cm}^2$  を越えると、皮膜原料によって生じるキャビティ内の樹脂の圧縮状態が不均一となる結果、皮膜の厚さが不均一となったり、射出成形品の一部分にしか皮膜が形成されない場合がある。  $p_{1000}$  の値がこれらの範囲にあるとき、言い換えれば、  $p_{1000}$  の値がこれらの範囲になるように、形成された空間の体積よりも大きな体積の皮膜原料を注入することにより、射出成形品の表面に均一な厚さの皮膜を形成することができ、しかも、熱可塑性樹脂に対する優れた皮膜の密着性を得ることができる。尚、形成された空間の体積よりも大きな体積の皮膜原料を注入することを、以下、皮膜原料オーバーショット法と呼ぶ。

【0028】更には、本発明の第 1 の態様においては、離型直前の型内圧を  $p'$  としたとき、 $0 < p' / p_{1000} \leq 1.0$ 、より好ましくは  $0.5 \leq p' / p_{1000} \leq 1.0$  を満足することが望ましい。  $p' / p_{1000}$  の値が 0 では、離型前における型内圧が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  よりも高い状態となるように型内圧が保持されていないことになる。その結果、皮膜表面へのキャビティの金型面の転写性が不十分となり、あるいは又、熱可塑性樹脂に対する皮膜の密着力が低下する。  $p' / p_{1000}$  の値がこれらの範囲にあるとき、注入された皮膜原料、更には収縮しつつある皮膜原料に対して一層確実にキャビティの金型面から圧力が加わり続ける。その結果、皮膜表面へのキャビティの金型面の転写性に優れ、皮膜表面の光沢性が向上する。また、熱可塑性樹脂に対する皮膜の密着性も向上する。

【0029】本発明の第 1 の態様においては、主に射出成形品の肉厚、射出成形品の表面に形成する皮膜の厚さに依存して、高圧型締め操作、低圧型締め操作あるいは可動金型部離間操作のいずれかを選択すればよい。射出成形品の肉厚が薄い場合には、可動金型部離間操作を選択することが好ましく、射出成形品の肉厚が厚い場合、高圧型締め操作あるいは低圧型締め操作を採用することが望ましい。射出成形品の表面に形成する皮膜の厚さを厚くしたい場合、低圧型締め操作を採用することが望ましく、更に皮膜の厚さを厚くしたい場合、可動金型部離間操作を採用することが望ましい。

【0030】本発明の第 1 の態様での使用に適した熱可

塑性樹脂としては、ポリエチレン樹脂 (PE)、ポリプロピレン (PP) 樹脂、ポリメチルペンテン、エチレン-酢酸ビニル共重合体、アイオノマー等の結晶性ポリオレフィン樹脂；ポリビニルアルコール、ポリビニルピチラール、ポリビニルホルマール等の結晶性汎用樹脂；ポリアミド (PA) 樹脂、ポリブチレンテレフタレート (PBT) 樹脂、ポリエチレンテレフタレート (PET) 樹脂、液晶ポリエステル樹脂、ポリアセタール (POM) 樹脂、ポリフェニレンサルファイド (PPS) 樹脂、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK) 樹脂等の結晶性エンジニアリングプラスチック；その他フッ素樹脂、アセチルセルロース等の結晶性樹脂；ポリ塩化ビニル (PVC)、ポリ塩化ビニリデン、ポリ酢酸ビニル、アクリルニトリル-スチレン共重合体 (AS) 樹脂、アクリルニトリル-ブタジエンスチレン共重合体 (ABS) 樹脂、AES樹脂、ASA樹脂、ACS樹脂、ポリメチルメタクリレート (PMMA) 樹脂等の非晶性汎用樹脂；ポリカーボネート (PC) 樹脂、変性ポリフェニレンエーテル (PPE) 樹脂、ポリイミド (PI) 樹脂、ポリアミドイミド (PAI) 樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリサルホン樹脂、ポリエーテルサルホン樹脂、ポリエーテルイミド樹脂等の非晶性エンジニアリングプラスチック；その他ポリスチレン (PS) 樹脂、耐衝撃性ポリスチレン (HIPS) 樹脂、アイオノマー、熱可塑性エラストマー樹脂等の非晶性樹脂；又は、これらの組み合わせ、あるいは主成分としてこれら一種以上の熱可塑性樹脂と、副成分としてポリウレタン樹脂、下飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂等の熱硬化性樹脂とから構成されたポリマーアロイ、更には、ポリマーアロイを含むこれらの材料を繊維系フィラー、鱗片状フィラー等で補強した複合材料を挙げることができるが、非強化の非晶性熱可塑性樹脂あるいは非晶性樹脂リッチな非強化のポリマーアロイの使用が特に好ましい。尚、使用する熱可塑性樹脂は、特に限定されないが、使用する皮膜原料との相性によって制限を受ける場合がある。ここで、熱可塑性樹脂が非晶性熱可塑性樹脂であるか否かは、一般に示差走査熱量測定 (DSC) 法により明確な融点 (急激な吸熱を示す温度) が確認されるか否かによって判断される。明確な融点を確認されない樹脂が非晶性熱可塑性樹脂である。一方、明確な融点を確認される樹脂が結晶性熱可塑性樹脂である。

【0031】本発明の第1の態様においては、成形すべき射出成形品の形状に特に制限はない。

【0032】本発明の熱可塑性樹脂の射出成形方法の好ましい第2の態様 (以下、単に本発明の第2の態様と呼ぶ) においては、キャビティ内に射出された樹脂によって生成された型内圧  $P$  が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  よりも高い状態で皮膜原料を注入する。具体的には、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に空間が形成されてい

ない状態で、皮膜原料を注入する。

【0033】本発明の第2の態様においては、前記工程 (イ) と工程 (ロ) の間で、保圧を行う工程を含み、皮膜原料の注入を、保圧期間の終了と同時に、若しくは保圧期間の終了以降に行うことが好ましい。

【0034】この場合、金型に設けられたキャビティ内に溶融樹脂を射出した後の保圧期間を3秒以上とし、保圧圧力を  $300 \text{ kg f/cm}^2$  以上とすることが望ましい。保圧圧力が  $300 \text{ kg f/cm}^2$  未満で且つ保圧期間が3秒未満では、皮膜原料を注入する直前の型内圧  $P$  が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  にまで低下し易くなる場合がある。型内圧がこのような低下すると、使用する熱可塑性樹脂や皮膜原料、成形条件によっては、キャビティ内の樹脂あるいは注入された皮膜原料を加圧し続けることができなくなり、皮膜表面へのキャビティの金型面の転写性が不十分になったり、熱可塑性樹脂に対する皮膜の密着性が低下する場合がある。然るに、保圧圧力及び保圧期間の値を上記のとおりとすれば、キャビティ内に樹脂が過剰充填された状態となり、型内圧  $P$  が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  より高い状態で皮膜原料を注入することができ、しかも、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間 (境界) に注入された皮膜原料を加圧し続けることができる。

【0035】尚、保圧期間の終了前に皮膜原料の注入を開始した場合、キャビティ内の溶融樹脂が皮膜原料注入装置内に流入する危険がある。皮膜原料の注入開始を、保圧期間の終了と同時に若しくはそれ以降にすることによって、このような危険性を回避することができる。更には、皮膜原料の注入開始を保圧期間の終了後5秒以内に行うことが好ましく、これによって、熱可塑性樹脂に対する皮膜の密着性を一層向上させることが可能になる。

【0036】本発明の第2の態様においては、溶融樹脂の射出開始から離型までの間、金型の型締め力を一定に保持することができる。即ち、高压型締め操作を採用することができる。

【0037】あるいは又、本発明の第2の態様においては、保圧工程の完了後、金型の型締め力を溶融樹脂の射出時における型締め力よりも減少させることができる。即ち、低压型締め操作を採用することができる。この場合には、前記工程 (イ) における型締め力を  $F_{10}$ 、低減された型締め力を  $F_{11}$  としたとき、 $0 \leq F_{11} / F_{10} \leq 0.3$ 、更に好ましくは  $0 \leq F_{11} / F_{10} \leq 0.1$  を満足することが望ましい。これによって、皮膜原料を注入する直前の、樹脂に起因した型内圧を低下させることで、均一な皮膜を確実に樹脂表面に形成することが可能となる。

【0038】あるいは又、本発明の第2の態様においては、保圧工程の完了後、金型の型締め力を0とし、欠いで、固定金型部と可動金型部とでキャビティを形成した状態で可動金型部を固定金型部から離間する工程を更に



含むことができる。即ち、可動金型部離間操作を採用することができる。これによっても、皮膜原料を注入する直前の、樹脂に起因した型内圧を低下させることで、均一な皮膜を確実に樹脂表面に形成することが可能となる。

【0039】これらの高圧型締め操作、低圧型締め操作若しくは可動金型部離間操作においては、皮膜原料の注入直前の樹脂に起因した型内圧を $P_{11}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を $T_{11}$ 、大気圧を $P_0$ とし、(圧力 $P_{11}$ 、温度 $T_{11}$ )における熱可塑性樹脂の比容積を $V_{11}$ 、(圧力 $P_0$ 、温度 $T_{11}$ )における熱可塑性樹脂の比容積を $V_0$ としたとき、 $V_{11} > V_0$ である熱可塑性樹脂を用いることが好ましい。

【0040】尚、本発明の第2の態様においては、これらの高圧型締め操作、低圧型締め操作、可動金型部離間操作の全ての場合、型内圧 $P$ が $0 \text{ kg f/cm}^2$ より高い状態で、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間(境界)に皮膜原料を注入する。尚、使用する熱可塑性樹脂等に依存するが、キャビティ内の皮膜原料及び樹脂に起因して、離型前における型内圧が $0 \text{ kg f/cm}^2$ よりも高い状態となる場合、キャビティ内の樹脂のみに起因して、離型前における型内圧が $0 \text{ kg f/cm}^2$ よりも高い状態となる場合、あるいは又、キャビティ内の皮膜原料のみに起因して、離型前における型内圧が $0 \text{ kg f/cm}^2$ よりも高い状態となる場合がある。

【0041】高圧型締め操作、低圧型締め操作、あるいは可動金型部離間操作においては、皮膜原料の注入直前の型内圧 $P$ の値は、 $0 < P \leq 500 \text{ kg f/cm}^2$ 、より好ましくは、 $0 < P \leq 300 \text{ kg f/cm}^2$ を満足することが望ましい。 $P$ の値が $500 \text{ kg f/cm}^2$ を越える場合、熔融樹脂の収縮し易い部分に皮膜原料が流れ易くなり、その結果、皮膜の膜厚の減少や膜厚のむら、あるいは又、皮膜が射出成形品の一部分にしか形成されないという問題が生じる。然るに、 $P$ の値を上記の範囲とすることによって、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間(境界)に皮膜原料を確実に注入することができる。

【0042】更には、本発明の第2の態様においては、皮膜原料の注入直後の型内圧 $P_{21}$ の値は、 $0 < P_{21} \leq 500 \text{ kg f/cm}^2$ 、より好ましくは、 $0 < P_{21} \leq 300 \text{ kg f/cm}^2$ を満足することが望ましい。尚、 $P_{21}$ は、キャビティ内の樹脂及び又は皮膜原料の注入に起因した型内圧であり、ピーク値である。 $P_{21}$ の値は、皮膜原料注入直前の型内圧、キャビティ内の樹脂の柔軟度、可動金型部の移動のし易さによって決定される。 $P_{21}$ の値が $500 \text{ kg f/cm}^2$ を越えると、皮膜の厚さが不均一となったり、射出成形品の一部分にしか皮膜が形成されない場合がある。一方、 $P_{21}$ の値が $0 \text{ kg f/cm}^2$ では、皮膜表面のキャビティの金型面の転写性が不十分となり、あるいは又、熱可塑

性樹脂に対する皮膜の密着性が低下する。

【0043】本発明の第2の態様においては、主に熱可塑性樹脂の種類、強化樹脂であるか非強化樹脂であるかに基づき、実際に射出成形試験を行って、高圧型締め操作、低圧型締め操作あるいは可動金型部離間操作のいずれかを選択すればよい。

【0044】本発明の第2の態様における使用に適した熱可塑性樹脂としては、ポリエチレン樹脂(PE)、ポリプロピレン(PP)樹脂、ポリメチルペンテン、エチレン-酢酸ビニル共重合体、アイオノマー等の結晶性ポリオレフィン樹脂；ポリビニルアルコール、ポリビニルブチラール、ポリビニルホルマール等の結晶性汎用樹脂；ポリアミド(PA)樹脂、ポリブチレンテレフタレート(PBT)樹脂、ポリエチレンテレフタレート(PET)樹脂、液晶ポリエステル樹脂、ポリアセタール(POM)樹脂、ポリフェニレンサルファイド(PPS)樹脂、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)樹脂等の結晶性エンジニアリングプラスチック；その他フッ素樹脂、アセチルセルロース等の結晶性樹脂；ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリ塩化ビニリデン、ポリ酢酸ビニル、アクリルニトリル-スチレン共重合体(AS)樹脂、アクリルニトリル-ブタジエン-スチレン共重合体(ABS)樹脂、AES樹脂、ASA樹脂、ACS樹脂、ポリメチルメタクリレート(PMMA)樹脂等の非晶性汎用樹脂；ポリカーボネート(PC)樹脂、変性ポリフェニレンエーテル(PPE)樹脂、ポリイミド(PI)樹脂、ポリアミドイミド(PAI)樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリサルホン樹脂、ポリエーテルサルホン樹脂、ポリエーテルイミド樹脂等の非晶性エンジニアリングプラスチック；その他ポリスチレン(PS)樹脂、耐衝撃性ポリスチレン(HIPS)樹脂、アイオノマー、熱可塑性エラストマー樹脂等の非晶性樹脂；又は、これらの組み合わせ、あるいは主成分としてこれら一種以上の熱可塑性樹脂と、副成分としてポリウレタン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂等の熱硬化性樹脂から構成されたポリマーアロイ、更には、ポリマーアロイを含むこれらの材料を繊維系フィラー、鱗片状フィラー等で補強した複合材料を挙げることができるが、結晶性熱可塑性樹脂あるいは結晶性樹脂がリッチなポリマーアロイの使用が特に好ましい。尚、使用する熱可塑性樹脂は、特に限定されないが、使用する皮膜原料との相性によって制限を受ける場合がある。

【0045】また、本発明の第2の態様においては、成形すべき射出成形品の形状に特に制限はないが、結晶性熱可塑性樹脂あるいは結晶性樹脂がリッチなポリマーアロイから成り、厚さが3mm以上の射出成形品の成形に本発明の第2の態様に係る射出成形方法を適用することが好ましい。射出成形品の厚さが3mm以上にもなると、キャビティ内に射出された熔融樹脂の、射出成形品



の厚さ方向の収縮が大きくなる。従って、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に空間が形成され易くなる。かかる空間が形成された後に皮膜原料を注入すると、樹脂の表面の固化が相当進行した状態で皮膜原料が注入されるため、皮膜と射出成形品との間の密着不良が生じ易くなる。

【0046】本発明の射出成形方法に適用可能な皮膜原料としては、アルキド樹脂系、エポキシ樹脂エステル系、脂肪酸変性ウレタン樹脂系等の酸化重合型塗料；エポキシ樹脂系、ポリウレタン系、不飽和ポリエステル系等の多液反応型塗料；アルキド樹脂系、エポキシ樹脂系、ポリウレタン系、ビニル樹脂系等の加熱硬化型塗料；エポキシアクリレートオリゴマー、ウレタンアクリレートオリゴマー、ポリエステルアクリレートオリゴマー；若しくはこれらのオリゴマーとエチレン性不飽和モノマーから成るラジカル重合型塗料；あるいはこれらの塗料に金属粉、特殊顔料、紫外線吸収剤等の特殊添加剤等を混合させた各種機能性塗料；フッ素樹脂系ラッカー、シリコン樹脂系ラッカー；シラン系ハードコート剤等のハードコート剤等を例示することができる。

【0047】本発明の射出成形方法においては、注入された皮膜原料によってキャビティ内の樹脂が圧縮され及び／又は可動金型部が型開き方向に移動するように、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に所定量の皮膜原料を注入する。所定量の皮膜原料を注入することによって、キャビティ内の樹脂表面に形成される皮膜の膜厚を正確に制御することができる。しかも、かかる皮膜原料の所定量は、キャビティ内の樹脂が圧縮され及び／又は可動金型部が型開き方向に移動するような量である。言い換えれば、かかる皮膜原料の所定量は、もしも、皮膜原料の注入前に、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に空間が形成されていた場合にあっては、かかる空間の体積よりも大きな体積である。即ち、皮膜原料は、かかる空間内に過充填される（皮膜原料オーバーショット法）。尚、皮膜原料が、キャビティ内の樹脂の表面を圧縮しつつ注入されるか、あるいは可動金型部を固定金型部から若干離間させつつ注入されるか、あるいはその双方の作用を生じさせつつ注入されるかといった、どのような状態で皮膜原料がキャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に注入されるかは、

皮膜原料の注入圧力、型締め力、樹脂の柔軟度に依存する。

【0048】通常、注入された皮膜原料には体積収縮が生じる。しかしながら、本発明の射出成形方法においては、皮膜原料が場合によっては過充填されており、しかも、離型前における型内圧が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  よりも高い状態となるように型内圧は保持される。従って、注入後の皮膜原料に常にキャビティの金型面から圧力が加わっている。その結果、皮膜表面の光沢性が低下したり、熱可塑性樹脂に対する皮膜の密着性が低下したり、皮膜

が不均一になるという問題を確実に回避することかできる。尚、皮膜原料の注入前に、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に空間が形成されている場合には、かかる空間内への皮膜原料の過充填によって、離型前における型内圧が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  よりも高い状態となるように保持される。一方、キャビティ内に射出された樹脂によって生成された型内圧  $P$  が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  よりも高い状態で皮膜原料を注入する場合には、皮膜原料及びキャビティ内の樹脂に起因して、若しくは皮膜原料に起因して、離型前における型内圧が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  よりも高い状態となるように保持される。

【0049】一般に、使用する熱可塑性樹脂が非強化の非晶性樹脂若しくは非晶性樹脂アロイ材から成る場合、キャビティの金型面近傍の樹脂が固化し始めても、金型面から離れた所に位置する樹脂は熔融状態にあり、しかも、固化した樹脂の部分と熔融状態の樹脂の境界は明確ではない。従って、樹脂がこのような状態にあるとき、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に空間（隙間）を形成しないで皮膜原料を注入すると、場合によっては、皮膜原料によってキャビティ内の樹脂は圧縮されるが、圧縮状態が不均一になる。その結果、注入された皮膜原料の厚さが不均一になり易い。

【0050】このような場合、本発明の第1の態様を採用すれば、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に形成された空間内に皮膜原料を注入するので、注入された皮膜原料の厚さは均一となる。キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間の空間は、 $V_{11} \leq V_{12}$ （高圧型締め操作時）、 $V_{12} \leq V_{11}$ （低圧型締め操作時）、若しくは  $V_{11} \leq V'_{11}$ （可動金型部離間操作時）を満足する熱可塑性樹脂を用いることによって形成し得る。

【0051】キャビティ内に射出された熔融樹脂の冷却・固化が進行したとき、

$$P_{11} = P_{111} + P_{112}$$

において、前2項は  $0 \text{ kg f / cm}^2$  となる。更に、本発明の第1の態様においては、 $V_{11} \leq V_{12}$ （高圧型締め操作時）、 $V_{12} \leq V_{11}$ （低圧型締め操作時）、若しくは  $V_{11} \leq V'_{11}$ （可動金型部離間操作時）を満足する熱可塑性樹脂を用いることによって、 $P_{112}$  の値を確実に  $0 \text{ kg f / cm}^2$  にすることができる。即ち、型内圧  $P$  を  $0 \text{ kg f / cm}^2$  にすることができる。それ故、射出成形品表面とキャビティの金型面との間に空間（隙間）が確実に生じ、その結果、かかる空間に皮膜原料を確実に且つ均一に注入することができる。

【0052】本発明の第2の態様においては、キャビティ内に射出された樹脂によって生成された型内圧が完全に低下しないうちに、即ち、型内圧  $P$  が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  よりも高い状態で、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に皮膜原料を注入する。キャビティ内に射出されそして冷却・固化し始めた熱可塑性樹脂とキャビティ

ィの金型面との間には、先に説明した 2 つの公開公報に開示された技術とは異なり、空間（隙間）は生じていない。この状態で皮膜原料を注入することによって、注入された皮膜原料、更には収縮しつつある皮膜原料に確実に圧力が加わり続ける。その結果、皮膜表面へのキャビティの金型面の転写性に優れ、皮膜表面の光沢性が向上する。また、熱可塑性樹脂に対する皮膜の密着性も向上する。

【0053】また、 $V_2 > V_1$  を満足する熱可塑性樹脂を用いれば、キャビティ内に射出された溶融樹脂の冷却・固化が進行しても  $P_{0.00}$  の項が残るので、皮膜原料を注入する直前の型内圧  $P$  が、確実に  $P > 0$  の状態となる。その結果、成形品表面とキャビティの金型面との間に空間が生じることがなく、確実にキャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間（境界）に皮膜原料を注入することができる。

【0054】皮膜原料を注入した直後の型内圧  $p_{0.00}$ 、 $P_{0.00}$  は、先に説明したように  $0 \text{ kg f/cm}^2$  を超え、 $500 \text{ kg f/cm}^2$  以下であることが好ましい。これらの型内圧は、皮膜原料注入直前の型内圧、キャビティ内の樹脂の柔軟度、可動金型部の移動のし易さに依存する。そして、皮膜原料を注入した直後の型内圧  $p_{0.00}$ 、 $P_{0.00}$  がこのような範囲内に収まるように、適宜、本発明の第 1 の態様若しくは第 2 の態様を選択し、併せて、型締め操作の形態（高圧型締め操作、低圧型締め操作、可動金型部離間操作）を選択すればよい。どの組み合わせが最適かは、熱可塑性樹脂の種類、皮膜原料注入直前のキャビティ内の樹脂の柔軟度、皮膜原料の注入量（即ち、射出成形品の表面に形成すべき皮膜の厚さ）、射出成形品の肉厚や形状等に基づき、決定すればよい。例えば、非強化の非晶性樹脂若しくは非晶性樹脂アロイ材を使用する場合には、本発明の第 1 の態様を採用することが好ましく、結晶性熱可塑性樹脂あるいは結晶性樹脂がリッチなポリマーアロイから成り、厚さが 3 mm 以上の射出成形品を成形する場合には、第 2 の態様を採用することが好ましい。いずれの場合においても、皮膜原料の注入量の多少に依存して、 $p_{0.00}$ 、 $P_{0.00}$  が所定の範囲内に収まるように、適宜、型締め操作の形態を選択、決定すればよい。

【0055】以下、本発明の第 1 及び第 2 の態様における、キャビティの体積、キャビティ内の樹脂の体積、皮膜原料の体積の変化の概要を説明する。ここで、各記号を以下のように定義する。尚、文字「V」の添え字の内、「C」はキャビティに関連する体積を示し、「R」は溶融樹脂又は樹脂に関連する体積を示し、「F」は皮膜原料又は皮膜に関連する体積を示す。更には、数字「0」は基本的には基準の体積値を示し、「1」は低圧型締め操作若しくは可動金型部離間操作後の体積値を示し、「2」は皮膜原料注入直前の体積値を示し、「3」は皮膜原料注入直後の体積値を示し、「4」は離型直前

の体積値を示し、「5」は離型後の体積値を示す。尚、キャビティの体積に関する体積増加分は、溶融樹脂を射出する直前のキャビティの体積 ( $V_{0.0}$ ) を基準としている。図 1 に、キャビティ、溶融樹脂又は樹脂、皮膜原料又は皮膜の体積の変化の状態を模式的に示す。尚、図 1 においては、基準線に対する可動金型部の左側端の位置で、キャビティの体積変化を表した。また、文字「V」及び「P」の 2 桁の数字の添え字の内、10 の位の数字「1」は本発明の第 1 の態様を示し、10 の位の数字「2」は本発明の第 2 の態様を示す。更に、1 の位の数字「0」はキャビティ内の樹脂の重量増加が完了した時点における値を示し、「1」は低圧型締め操作若しくは可動金型部離間操作後の値を示し、「2」は皮膜原料注入直前の値を示し、「4」は離型直前の値を示す。

【0056】 $V_{0.0}$  : 溶融樹脂を射出する直前のキャビティの体積（キャビティ体積の基準値）

$\Delta V_{0.1}$  : 溶融樹脂の射出によって可動金型部が型開き方向に移動した場合の、保圧操作によるキャビティ内の樹脂の重量増加が完了した時点におけるキャビティの体積増加分（使用する金型や射出条件によっては、0 の場合もある）

$\Delta V_{0.2}$  : 低圧型締め操作あるいは可動金型部離間操作によって可動金型部が型開き方向に移動させられたときのキャビティの体積増加分

$\Delta V_{0.3}$  : 皮膜原料注入直前におけるキャビティの体積増加分の値（使用する金型や射出条件によっては、0 の場合もある。尚、第 1 の態様の高圧型締め操作においては 0 である。）

$\Delta V_{0.4}$  : 注入された皮膜原料によって可動金型部が型開き方向に移動した場合の皮膜原料注入直後におけるキャビティの体積増加分（使用する熱可塑性樹脂や射出条件、皮膜原料の注入条件によっては、0 の場合もある）

$\Delta V_{0.5}$  : 離型直前におけるキャビティの体積増加分

$V_{0.1}$  : 保圧操作によるキャビティ内の樹脂の重量増加が完了した時点におけるキャビティ内に存在する溶融樹脂の体積

$V_{0.2}$  : 皮膜原料の注入直前のキャビティ内の樹脂の体積（樹脂体積の基準値）

$V_{0.3}$  : 皮膜原料の注入直前に、仮に離型動作を行ったと仮定した場合での、離型直後の射出成形品の体積

$\Delta V_{0.4}$  : 皮膜原料の注入直後に皮膜原料によって圧縮されたキャビティ内の樹脂の、 $V_{0.1}$  を基準とした体積増加分の絶対値（使用する熱可塑性樹脂や射出条件、皮膜原料の注入条件によっては、0 の場合もある）

$V_{0.4}$  : 離型直前のキャビティ内の樹脂の体積

$V_{0.5}$  : 離型直後の射出成形品の体積

$V_{0.6}$  : キャビティ内に注入された皮膜原料の体積

$V_{0.7}$  : 離型直前のキャビティ内の皮膜の体積

$V_{0.8}$  : 離型直後に射出成形品の表面に形成された皮膜の体積

$v_{11111}$  : 第 1 の態様における皮膜原料注入直前のキャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に形成された空間の体積

【0057】射出完了時点におけるキャビティ内に存在する熔融樹脂の体積  $v_{111}$  は、 $v_{111} + \Delta v_{111}$  と等しい。

【0058】以下、先ず本発明の第 1 の態様を説明する。本発明の第 1 の態様においては、皮膜原料の注入直前にキャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に空間が形成されるので、

$$v_{111} \leq v_{111} + \Delta v_{111}$$

の関係を満たす。従って、 $v_{11111}$  は、

$$v_{11111} = v_{111} + \Delta v_{111} - v_{111} \geq 0$$

となる。尚、高压型締め操作においては、 $\Delta v_{111}$  の値は 0 である。

【0059】更に、皮膜原料の注入直前に、仮に離型動作を行ったと仮定した場合、離型直後の射出成形品の体

$$v_{111} = v_{11111} + (\text{皮膜原料注入により可動金型部が型開き方向に移動することに基づくキャビティの体積増加分}) + (\text{皮膜原料注入によってキャビティ内の樹脂が圧縮されたことに基づく樹脂の体積減少分})$$

即ち、

$$v_{111} = (v_{111} + \Delta v_{111} - v_{111}) + (\Delta v_{111} - \Delta v_{111}) + \Delta v_{111} \\ = v_{111} + \Delta v_{111} + \Delta v_{111} - v_{111}$$

を満足するような量、注入される。ここで、 $v_{111}$  は、結果的に、

$$v_{111} = (v_{111} + \Delta v_{111}) - (v_{111} - \Delta v_{111}) \\ = (\text{皮膜原料注入直後のキャビティの体積}) - (\text{皮膜原料注入直後の樹脂の体積})$$

なる関係を満足する。尚、 $\Delta v_{111}$  及び  $\Delta v_{111}$  が有意な値となるか否かは、先に説明したように、皮膜原料の注入圧力、型締め力、樹脂の柔軟度、どのタイプの型締め操作を選択するかに依存する。尚、厳密には、注入直後の皮膜原料の体積は、その圧縮性に起因して、皮膜原料注入直前の体積よりも若干小さくなることがある。しかし、その体積変化量は微小であるが故に、本説明においては体積変化量は考慮しないものとした。

$$(\text{離型直前のキャビティ体積}) = (\text{離型直前の樹脂及び皮膜の体積})$$

$$< (\text{離型直後の樹脂及び皮膜の体積})$$

即ち、

$$v_{111} + \Delta v_{111} = v_{111} + v_{111} < v_{111} + v_{111}$$

の関係を満足するように、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に所定量（体積： $v_{111}$ ）の皮膜原料を注入することによって、離型前における型内圧が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  よりも高い状態となるように型内圧を保持することができる。

【0062】高压型締め操作においては、 $v_{111} \leq v_{111}$  を満足する熱可塑性樹脂を使用する。高压型締め操作における比容積の変化を、PVT図を参照して、以下、説明する。高压型締め操作における型内圧の経時変化を図 2 の (A) に模式的に示す。また、熱可塑性樹脂の模式的な PVT図を図 2 の (B) に示す。保圧操作によるキャビティ内の樹脂の重量増加が完了した時点における型内

積  $v_{111}$  は、

$$v_{111} = v_{111}$$

である。このことは、皮膜原料注入直前のキャビティ内の樹脂に、何ら圧力が加わっていない、若しくは皮膜原料注入直前のキャビティ内の樹脂によって何ら圧力が生成していないことを意味する。言い換えれば、型内圧  $P$  が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  であることを意味する。

【0060】注入された皮膜原料によってキャビティ内の樹脂が圧縮され及び又は可動金型部が型開き方向に移動するように、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に所定量の皮膜原料を注入するのであるから、少なくとも、皮膜原料の所定量（体積： $v_{111}$ ）は、

$$v_{111} > v_{11111}$$

の関係を満足する必要がある。即ち、皮膜原料を“オーバーショット”する必要がある。より具体的には、皮膜原料は、

【0061】キャビティ内の樹脂は、冷却・固化すること、その体積が、 $v_{111}$  から、 $v_{111} - \Delta v_{111}$  を経て、最終的に  $v_{111}$  へと変化する。一方、注入された皮膜原料は、固化すること、その体積が  $v_{111}$  から最終的に  $v_{111}$  へと減少する。このような樹脂及び皮膜原料の体積の変化に伴い、皮膜原料注入に起因するキャビティの体積増加分  $\Delta v_{111}$  も変化し、離型直前において  $\Delta v_{111}$  となる。然るに、

圧を  $P_{111}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{111}$  としたとき、かかる時点からキャビティ内の樹脂の温度は時間経過と共に低下する。その間、キャビティの体積を一定とみなせば（実際には  $v_{111} + \Delta v_{111}$  から  $v_{111} + \Delta v_{111}$  に減少するが、PVT図の説明においては、キャビティの体積を一定とみなした）、樹脂の比容積は一定（ $V_{111}$ ）のまま、キャビティ内の樹脂に起因した型内圧が低下していく。

【0063】そして、キャビティ内の樹脂に起因した型内圧が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  まで低下すると、図 2 の (B) に示した PVT図の  $P_1$  = 大気圧の曲線に沿って、比容積は減少する。圧力  $P_1$ 、温度  $T_1$  における熱可塑性樹脂の比容積は  $V_1$  である。従って、 $k_1 (V_{111} - V_1)$  に相当する体積（ $v_{11111} = v_{111} - v_{111}$ ）の空間

が、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に形成され得る。但し、 $k_1$ は定数である。尚、図3に示す場合には、空間は形成されていないが、キャビティ内に射出された樹脂によってキャビティの金型面に何ら圧力が加わっていない。

【0064】このように、高压型締め操作においては、 $\Delta v_{c1}$ の値は0であり、 $V_{i1} \leq V_{i0}$ を満足する熱可塑性樹脂を使用するので、確実に、

$$v_{i1} = v_{c0} + \Delta v_{c1} - v_{s1} \\ = v_{c0} - v_{s1} \geq 0$$

且つ

$$v'_{s1} = v_{s1}$$

の関係を達成することができ、皮膜原料注入直前における型内圧が確実に  $0 \text{ kg f/cm}^2$  となるようにすることができる。

【0065】また、低压型締め操作においては、 $V_{i1} \leq V_{i0}$ を満足する熱可塑性樹脂を使用する。低压型締め操作におけるPVT図を、図4の(A)及び(B)並びに図5の(A)及び(B)を参照して、以下、説明する。

【0066】低压型締め操作において、低压型締め操作を開始する前に型内圧が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  となっている場合の、型内圧の経時変化及び熱可塑性樹脂の模式的なPVT図を、図4の(A)及び(B)に示す。この場合の比容積の変化は、図2の(B)にて説明したと同様であるので、詳細な説明は省略する。

【0067】一方、低压型締め操作を開始する前に、型内圧が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  となっていない場合の、型内圧の経時変化及び熱可塑性樹脂の模式的なPVT図を図5の(A)及び(B)に模式的に示す。保圧操作によるキャビティ内の樹脂の重量増加が完了した時点における型内圧を  $P_{i1}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{i1}$  としたとき、かかる時点からキャビティ内の樹脂の温度は時間経過と共に低下する。その間、キャビティの体積は一定とみなせば、樹脂の比容積は一定 ( $V_{i0}$ ) のまま、キャビティ内の樹脂に起因した型内圧が低下していく。金型の型締め力を減少させると、キャビティの体積は  $\Delta v_{c1}$  だけ増加する。尚、金型の大きさや構造等に依存するが、金型の型締め力を減少させたとき、金型開閉方向のキャビティの距離(厚さ)は  $0.2 \text{ mm}$  程度増加する場合もある。

【0068】金型の型締め力を減少させ、キャビティの体積が  $\Delta v_{c1}$  だけ増加する結果、比容積は  $V'_{i1}$  に変化し、型内圧は  $P_{i1}$  となる。かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{i1}$  とする。キャビティ内の樹脂の温度が時間経過と共に低下するに従い、樹脂の比容積は一定 ( $V_{i0}$ ) のまま、キャビティ内の樹脂に起因した型内圧が低下していく。そして、キャビティ内の樹脂に起因した型内圧が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  まで低下すると、図5の(E)に示したPVT図の  $P_0$  = 大気圧の曲線に沿って、比容積は減少する。(圧力  $P_{i1}$ 、温度  $T_{i1}$ ) にお

る熱可塑性樹脂の比容積は  $V_{i0}$  である。従って、 $k_1$  ( $V_{i1} - V_{i0}$ ) に相当する体積 ( $v_{i1} = v_{c0} + \Delta v_{c1} - v_{s1}$ ) の空間が、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に形成され得る。但し、 $k_1$ は定数である。

【0069】このように、低压型締め操作においては、 $V_{i1} \leq V_{i0}$ を満足する熱可塑性樹脂を使用するので、可動金型部が型開き方向に移動されたときのキャビティの体積増加分  $\Delta v_{c1}$  の値が有意な値となり、皮膜原料注入直前のキャビティの体積増加分  $\Delta v_{c1}$  は、高压型締め操作の場合と異なり、有意な値となり得る。従って、

$$v_{i1} = v_{c0} + \Delta v_{c1} - v_{s1} \geq 0$$

且つ、

$$v'_{s1} = v_{s1}$$

といった体積を有する空間が得やすくなり、また、より確実に皮膜原料注入直前における型内圧を  $0 \text{ kg f/cm}^2$  となるようにすることができる。更には、

$$v_{i1} = v_{c0} + \Delta v_{c1} + \Delta v_{s1} - v_{s1}$$

において、 $\Delta v_{c1}$  の値も、高压型締め操作と比較して、大きな値となり得る。従って、高压型締め操作の場合よりも、確実に且つ厚い皮膜を樹脂表面に均一に形成することが可能になる。

【0070】一方、可動金型部離間操作においては、 $V_{i1} \leq V'_{i1}$  を満足する熱可塑性樹脂を使用する。可動金型部離間操作におけるPVT図を、図6の(A)及び(B)、図7の(A)及び(B)、並びに図8の(A)及び(B)を参照して、以下、説明する。

【0071】可動金型部離間操作において、可動金型部離間操作を開始する前に型内圧が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  となっている場合の、型内圧の経時変化及び熱可塑性樹脂の模式的なPVT図を、図6の(A)及び(B)に示す。この場合の比容積の変化は、図2の(B)にて説明したと同様であるので、詳細な説明は省略する。

【0072】また、可動金型部離間操作を開始し、金型の型締め力を0とした直後に型内圧が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  となる場合の、型内圧の経時変化及び熱可塑性樹脂の模式的なPVT図を、図7の(A)及び(B)に示す。この場合には、金型の型締め力を  $0 \text{ kg f}$  まで減少させた直後に、キャビティの体積は  $\Delta v'_{c1}$  ( $< \Delta v_{c1}$ ) だけ増加し、その結果、比容積は  $V'_{i1}$  に変化し、型内圧は  $P'_{i1}$  となるが、この型内圧  $P'_{i1}$  は  $0 \text{ kg f/cm}^2$  (即ち、 $P_0$  = 大気圧) と等しい。更に、可動金型部を固定金型部から離間することによって、キャビティの体積は更に増加し、結果的に  $\Delta v_{c1}$  増加することになるが、キャビティ内の樹脂に基づく型内圧は既に大気圧になっているため、この操作はPVT図上では、最早、対応する変化としては現れない。従って、図7の(B)に示したPVT図の  $P_0$  = 大気圧の曲線に沿って、比容積は減少し、 $k_1$  ( $V'_{i1} - V_{i0}$ ) に相当する体積 ( $v_{i1} = v_{c0} + \Delta v_{c1} - v_{s1}$ ) の空間が、キャビティ内

の樹脂とキャビティの金型面との間に形成され得る。但し、 $k_2$ は定数である。

【0073】一方、可動金型部離開操作を完了した直後、型内圧が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  となっていない場合の型内圧の経時変化及び熱可塑性樹脂の模式的な PVT 図を図 8 の (A) 及び (B) に模式的に示す。保圧操作によるキャビティ内の樹脂の重量増加が完了した時点における型内圧を  $P_{10}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{10}$  としたとき、かかる時点からキャビティ内の樹脂の温度は時間経過と共に低下する。その間、キャビティの体積は一定とみなせるので、樹脂の比容積は一定 ( $V_{10}$ ) のまま、キャビティ内の樹脂に起因した型内圧が低下していく。金型の型締め力を  $0 \text{ kg f}$  まで減少させ、更に固定金型部から可動金型部を離開させると、キャビティの体積は  $\Delta V_{c1}$  だけ増加する。尚、金型の大きさや構造等に依存するが、金型の型締め力を 0 まで減少させた時点で、金型開閉方向のキャビティの距離 (厚さ) は  $0.2 \text{ mm}$  程度増加する場合がある。更に、可動金型部離開操作を完了した時点で、可動金型部が固定金型部から  $0.1 \text{ mm}$  程度離開する場合もある。尚、この場合、固定金型部からの可動金型部の最終的な移動量は、約  $0.3 \text{ mm}$  となる。

【0074】可動金型部離開操作の完了の直後に、キャビティの体積は  $\Delta V_{c1}$  だけ増加し、その結果、比容積は  $V'_{11}$  に変化し、型内圧は  $P'_{11}$  となる。このときのキャビティ内の樹脂の温度を  $T'_{11}$  とする。キャビティ内の樹脂の温度が時間経過と共に低下するに従い、樹脂の比容積は一定 ( $V'_{11}$ ) のまま、キャビティ内の樹脂に起因した型内圧が低下していく。そして、キャビティ内の樹脂に起因した型内圧が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  まで低下すると、図 8 の (B) に示した PVT 図の  $P_0$  = 大気圧の曲線に沿って、比容積は減少する。(圧力  $P_0$ 、温度  $T_{12}$ ) における熱可塑性樹脂の比容積は  $V_{12}$  である。従って、 $k_2 (V'_{11} - V_{12})$  に相当する体積 ( $V_{11,12} = V_{c0} + \Delta V_{c1} - V_{12}$ ) の空間が、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に形成され得る。但し、 $k_2$ は定数である。

【0075】このように、可動金型部離開操作においても、 $V_{12} \leq V'_{11}$  を満足する熱可塑性樹脂を使用する

$$V_{12} = (\text{皮膜原料注入により可動金型部が型開き方向に移動することに基づくキャビティ体積の増加分}) + (\text{皮膜原料注入によるキャビティ内樹脂の圧縮分})$$

即ち、

$$V_{12} = \Delta V_{c1} - \Delta V_{c2} + \Delta V_{12}$$

$$\begin{aligned} V_{12} &= (V_{c0} + \Delta V_{c1} - V_{12}) + \Delta V_{c2} - \Delta V_{c1} + \Delta V_{12} \\ &= (V_{c0} + \Delta V_{c1}) - (V_{12} - \Delta V_{c1}) \\ &= (\text{皮膜原料注入直後のキャビティの体積}) - (\text{皮膜原料注入直後の樹脂の体積}) \end{aligned}$$

なる関係を満足する。尚、 $\Delta V_{c1}$  及び  $\Delta V_{12}$  が有意な値となるか否かは、先に説明したように皮膜原料の注入

で、可動金型部が型開き方向に移動したときのキャビティの体積増加分  $\Delta V_{c1}$  の値が低圧型締め操作の場合よりも更に大きな値となる。それ故、皮膜原料注入直前のキャビティの体積増加分  $\Delta V_{c1}$  は、低圧型締め操作の場合よりも大きな値となり得る。従って、

$$V_{11,12} = V_{c0} + \Delta V_{c1} - V_{12} \geq 0$$

且つ、

$$V'_{11} = V_{12}$$

といった体積を有する空間が得やすくなり、また、より更に確実に皮膜原料注入直前における型内圧を  $0 \text{ kg f / cm}^2$  となるようにすることができる。更には、

$$V_{10} = V_{c0} + \Delta V_{c1} + \Delta V_{12} - V_{12}$$

において、 $\Delta V_{c1}$  の値も、低圧型締め操作と比較して、大きな値となり得る。従って、高圧型締め操作あるいは低圧型締め操作の場合よりも、より確実に且つより厚い皮膜を樹脂表面に均一に形成することが可能になる。

【0076】次に、本発明の第 2 の態様について説明する。

【0077】本発明の第 2 の態様においては、キャビティ内に射出された樹脂によって生成された型内圧  $P$  が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  よりも高い状態で皮膜原料を注入する。即ち、皮膜原料の注入の際、キャビティ内の樹脂によってキャビティの金型面には圧力が加わった状態となっているので、

$$V_{12} > V_{c0}$$

より詳しくは、

$$V_{c0} + \Delta V_{c1} = V_{12} < V'_{11}$$

の関係を満たし、皮膜原料の注入時、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間には空間が形成されない。ここで  $\Delta V_{c1} > 0$  である。更に、 $V_{12} < V'_{11}$  の関係から、皮膜原料注入直前のキャビティ内の樹脂 (体積:  $V_{12}$ ) によって型内圧が生成している。言い換えれば、型内圧  $P$  が  $0 \text{ kg f / cm}^2$  より大である。注入された皮膜原料によってキャビティ内の樹脂が圧縮され及び/又は可動金型部が型開き方向に移動するように、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に所定量の皮膜原料を注入するのであるから、皮膜原料の所定量 (体積:  $V_{10}$ ) は、

の関係を満足する必要がある。ここで、 $V_{12}$  は、結果的に、

$$\begin{aligned} V_{12} &= (V_{c0} + \Delta V_{c1} - V_{12}) + \Delta V_{c2} - \Delta V_{c1} + \Delta V_{12} \\ &= (V_{c0} + \Delta V_{c1}) - (V_{12} - \Delta V_{c1}) \\ &= (\text{皮膜原料注入直後のキャビティの体積}) - (\text{皮膜原料注入直後の樹脂の体積}) \end{aligned}$$

なる関係を満足する。尚、 $\Delta V_{c1}$  及び  $\Delta V_{12}$  が有意な値となるか否かは、先に説明したように皮膜原料の注入

圧力、型締め力、樹脂の柔軟度、どのタイプの型締め操作を選択するかに依存する。また、先にも説したように

緻密には、注入直後の皮膜原料の体積は、その圧縮性に起因して、皮膜原料注入直前の体積よりも若干小さくなる可能性がある。しかし、その体積変化量は微小であるが故に、本説明においては体積変化量は考慮しないものとした。

【0078】キャビティ内の樹脂は、冷却・固化することで、その体積が、 $v_{r1}$  から、 $v_{r2} = \Delta v_{r1}$  を経て、最

(離型直前のキャビティ体積) = (離型直前の樹脂及び皮膜の体積)

< (離型直後の樹脂及び皮膜の体積)

即ち、

$$v_{r1} + \Delta v_{r1} = v_{r2} + v_{f1} < v_{r1} + v_{f1}$$

の関係を満足するように、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に所定量(体積:  $v_{f1}$ )の皮膜原料を注入することによって、離型前における型内圧が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  よりも高い状態となるように型内圧を保持することができる。

【0079】高压型締め操作においては、 $V_1 > V_2$  を満足する熱可塑性樹脂を使用する。高压型締め操作における型内圧の経時変化を図9の(A)に模式的に示す。また、熱可塑性樹脂の模式的なPVT図を図9の(B)に示す。保圧操作によるキャビティ内の樹脂の重量増加が完了した時点における型内圧を $P_{r1}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を $T_{r1}$ としたとき、かかる時点からキャビティ内の樹脂の温度は時間経過と共に低下する。その間、キャビティの体積を一定とみなせば、樹脂の比容積は一定( $V_{r1}$ )のまま、キャビティ内の樹脂に起因した型内圧が低下していく。

【0080】皮膜原料注入直前におけるキャビティ内の樹脂の温度 $T_{r1}$ における比容積は $V_{r1} = V_{r2}$ である。ところで、高压型締め操作においては、 $V_1 > V_2$  を満足する熱可塑性樹脂を使用するが故に、必ず、皮膜原料注入直前の型内圧 $P$ は $0 \text{ kg f/cm}^2$ を越える値となる。

【0081】このように、高压型締め操作においては、 $V_1 > V_2$  を満足する熱可塑性樹脂を使用するので、 $v_{r1} + \Delta v_{r1} = v_{r2} < v_{r1}$  を満足し得る。従って、皮膜原料注入直前における型内圧が $0 \text{ kg f/cm}^2$ よりも高い状態となるように型内圧を確実に保持することができる。

【0082】低压型締め操作においても、 $V_1 > V_2$  を満足する熱可塑性樹脂を使用する。低压型締め操作における型内圧の経時変化を図10の(A)に模式的に示す。また、熱可塑性樹脂の模式的なPVT図を図10の(B)に示す。保圧操作によるキャビティ内の樹脂の重量増加が完了した時点における型内圧を $P_{r1}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を $T_{r1}$ としたとき、かかる時点からキャビティ内の樹脂の温度は時間経過と共に低下する。その間、キャビティの体積を一定とみなせば、樹脂の比容積は一定( $V_{r1}$ )のまま、キャビティ内の樹脂に起因した型内圧が低下していく。

最終的に $v_{r2}$ へと変化する。一方、注入された皮膜原料は、固化することで、その体積が $v_{f1}$ から最終的に $v_{f2}$ へと減少する。このような樹脂及び皮膜原料の体積の変化に伴い、皮膜原料注入に起因するキャビティの体積増加分 $\Delta v_{f1}$ も変化し、離型直前において $\Delta v_{f2}$ となる。然るに、

10 【0083】金型の型締め力を減少させると、キャビティの体積は $\Delta v_{f1}$ だけ増加する。尚、金型の大きさや構造等に依存するが、金型の型締め力を減少させたとき、金型開閉方向のキャビティの距離(厚さ)は0.2mm程度増加する場合もある。金型の型締め力を減少させ、キャビティの体積が $\Delta v_{f1}$ だけ増加する結果、比容積は $V_{r1}$ に変化し、型内圧は $P_{r1}$ となる。かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を $T_{r1}$ とする。キャビティ内の樹脂の温度が時間経過と共に低下するに従い、樹脂の比容積は一定( $V_{r1}$ )のまま、キャビティ内の樹脂に起因した型内圧が低下していく。そして、皮膜原料の注入直前の樹脂に起因した型内圧は $P_{r1}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度は $T_{r1}$ となり、(圧力 $P_{r1}$ 、温度 $T_{r1}$ )における熱可塑性樹脂の比容積は $V_{r1}$ ( $= V_{r2}$ )となる。然るに、 $V_1 > V_2$ を満足する熱可塑性樹脂を使用するので、必ず、皮膜原料注入直前の型内圧 $P$ は $0 \text{ kg f/cm}^2$ を越える値となる。

【0084】以上のように、低压型締め操作においても、 $V_1 > V_2$ を満足する熱可塑性樹脂を使用すれば、 $v_{r1} + \Delta v_{r1} = v_{r2} < v_{r1}$ を満足し得るので、皮膜原料注入直前における型内圧が $0 \text{ kg f/cm}^2$ よりも高い状態となるように型内圧を確実に保持することができる。

【0085】可動金型部離間操作においても、 $V_1 > V_2$ を満足する熱可塑性樹脂を使用する。可動金型部離間操作における型内圧の経時変化を図11の(A)に模式的に示す。また、熱可塑性樹脂の模式的なPVT図を図11の(B)に示す。保圧操作によるキャビティ内の樹脂の重量増加が完了した時点における型内圧を $P_{r1}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を $T_{r1}$ としたとき、かかる時点からキャビティ内の樹脂の温度は時間経過と共に低下する。その間、キャビティの体積を一定とみなせば、樹脂の比容積は一定( $V_{r1}$ )のまま、キャビティ内の樹脂に起因した型内圧が低下していく。

【0086】可動金型部離間操作の完了後、キャビティの体積は $\Delta v_{f1}$ だけ増加する。尚、金型の大きさや構造等に依存するが、金型の型締め力を0まで減少させた時点で、金型開閉方向のキャビティの距離(厚さ)は0.2mm程度増加する場合がある。更には、可動金型部離間操作を完了した時点で、可動金型部が固定金型部から0.1mm程度離間する場合もある。尚、この場合、固

定金型部からの可動金型部の最終的な移動量は、約 0.3 mm となる。可動金型部離間操作によりキャビティの体積が  $\Delta V_{c1}$  だけ増加する結果、比容積は  $V_{r1}$  に変化し、型内圧は  $P_{r1}$  となる。かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{r1}$  とする。キャビティ内の樹脂の温度が時間経過と共に低下するに従い、樹脂の比容積は一定 ( $V_{r1}$ ) のまま、キャビティ内の樹脂に起因した型内圧が低下していく。そして、皮膜原料の注入直前の樹脂に起因した型内圧は  $P_{r2}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度は  $T_{r2}$  となり、(圧力  $P_{r2}$ 、温度  $T_{r2}$ ) における熱可塑性樹脂の比容積は  $V_{r2}$  ( $=V_{r1}$ ) となる。然るに、 $V_{r1} > V_{r2}$  を満足する熱可塑性樹脂を使用するので、必ず、皮膜原料注入直前の型内圧  $P$  は  $0 \text{ kg f/cm}^2$  を越える値となる。

【0087】 以上のように、可動金型部離間操作においても、 $V_{r1} > V_{r2}$  を満足する熱可塑性樹脂を使用するので、

$$V_{r1}, \Delta V_{c1} = V_{r2} < V_{r1}$$

を満足し得る。従って、皮膜原料注入直前における型内圧が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  よりも高い状態となるように型内

【0088】 尚、本発明の第 2 の態様における高压型締め操作、低压型締め操作あるいは可動金型部離間操作において、使用する熱可塑性樹脂によっては、 $v_{r1} < v_{r2} + \Delta v_{c1}$  となる場合もある。このような場合にあっては、

$$V_{r1} + \Delta V_{c1} = V_{r1} + V_{r2} < V_{r1} + V_{r2}$$

の関係を満足するように、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に所定量 (体積:  $v_{r1}$ ) の皮膜原料を注入することによって、離型前における型内圧が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  よりも高い状態となるように型内圧を保持することができる。更には、少なくともキャビティ内の樹脂に起因して、離型前における型内圧が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  よりも高い状態となるような熱可塑性樹脂を使用すれば、必ず、

$$V_{r1} + \Delta V_{c1} = V_{r1} + V_{r2} < V_{r1} + V_{r2}$$

を満足し得るので、皮膜原料注入直前及び離型直前における型内圧が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  よりも高い状態となるように型内圧を確実に保持することができる。

【0089】 本発明の熱可塑性樹脂の射出成形方法においては、先に説明した 2 つの公開公報に開示された熱可塑性樹脂の射出成形方法と異なり、注入された皮膜原料によってキャビティ内の樹脂が圧縮され及び/又は可動金型部が型開き方向に移動するように、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に所定量の皮膜原料を注入する。即ち、かかる皮膜原料の所定量は、もしも、皮膜原料の注入前に、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に空間が形成されていた場合にあっては、かかる空間の体積よりも大きな体積である。即ち、皮膜原料オーバーショット法を採用している。そして、離型

前における型内圧が  $0 \text{ kg f/cm}^2$  よりも高い状態となるように型内圧は保持される。従って、注入後の皮膜原料に常に外部 (キャビティの金型面) より圧力が加わっている。その結果、皮膜表面の光沢性が低下したり、熱可塑性樹脂に対する皮膜の密着性が低下したり、皮膜が不均一になるという問題を確実に回避することができる。

【0090】

【実施例】 以下、図面を参照して、実施例に基づき、本発明の熱可塑性樹脂の射出成形方法を図面を参照して説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0091】 (実施例 1) 先ず、本発明の熱可塑性樹脂の射出成形方法の実施に適した射出成形装置全体の概要を、図 12 を参照して説明する。射出成形装置は、熱可塑性樹脂供給用スクリー 10 を内部に有する射出シリンダー 12、固定プラテン 20、可動プラテン 24、タイバー 34、型締め用油圧シリンダー 30、油圧ピストン 32 から構成されている。可動プラテン 24 は、型締め用油圧シリンダー 30 内の油圧ピストン 32 の作動によってタイバー 34 を平行移動できる。

【0092】 成形用の金型は固定金型部 22 と可動金型部 26 から構成されている。固定金型部 22 は固定プラテン 20 に取り付けられており、可動金型部 26 は可動プラテン 24 に取り付けられている。固定金型部 22 には皮膜原料注入部 28 が設けられている。図 12 の右手方向への可動プラテン 24 の移動によって可動金型部 26 が固定金型部 22 と係合し、金型が型締めされ、キャビティ 50 が形成される。型締め力は型締め用油圧シリンダー 30 によって制御される。また、図 12 の左手方向への可動プラテン 24 の移動によって可動金型部 26 が固定金型部 22 との係合を解かれ、金型は離型される。

【0093】 皮膜原料注入装置は、皮膜原料供給部 60、油圧シリンダー 62、油圧シリンダー 62 に取り付けられたシャットオフピン 64 から構成されている。シャットオフピン 64 の位置によって、皮膜原料注入部 28 を開閉する。図 12 においては、シャットオフピン 64 によって皮膜原料注入部 28 は閉じられている。ポンプ 70 によって皮膜原料タンク 72 から皮膜原料 80 が耐圧配管 74 を経由して皮膜原料供給部 60 に送られる。更に、皮膜原料 80 は油圧シリンダー 62 によってシャットオフピン 64 が後退した際、皮膜原料注入部 28 に流れ込み、シャットオフピン 64 の前進運動によって、皮膜原料注入部 28 を通って、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に注入される。これによって、高精度で計量された所定量の皮膜原料を注入することができる。

【0094】 このような皮膜原料注入システムにおいては、皮膜原料供給部 60、油圧シリンダー 62、シャット



トオフィン 64 等から構成されている皮膜原料注入機構が、皮膜原料の計量・注入機構を兼ねている。しかしながら、本発明における皮膜原料注入システムはこのような機構に限定されるものではない。例えば耐圧配管 74 の途中に計量・注入シリンダーを設け、計量・注入機構とシャットオフピン開閉機構とを分けることもできる。尚、以下の実施例にて説明する射出成形装置においても同様のシステムとすることができる。

【0095】実施例 1 は、本発明の第 1 の態様に関する。即ち、キャビティ内に射出された樹脂によって生成された型内圧  $P$  が  $0 \text{ kgf/cm}^2$  と等しい状態で皮膜原料を注入する。言い換えれば、皮膜原料の注入前に、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に空間が形成されており、この空間内に皮膜原料を注入する。実施例 1 においては、熱可塑性樹脂は、非強化の非晶性樹脂アロイ材から成る。

【0096】実施例 1 においては、熔融樹脂をキャビティ内に射出した後、保圧操作を行う。そして、その後、皮膜原料の注入前に、金型の型締め力を熔融樹脂の射出時における型締め力よりも減少させる。即ち、実施例 1 においては、低压型締め操作を採用した。より具体的には、熔融樹脂の射出時における型締め力  $F_{11}$  を約 100 トン f、低減された型締め力  $F_{12}$  を約 5 トン f とした。即ち、 $F_{11}/F_{12} \approx 0.05$  である。

【0097】実施例 1 においては、キャビティ 50 内の熔融樹脂 40 が冷却・固化する際の樹脂の体積収縮作用によって、キャビティ内に射出された樹脂によって生成された型内圧（樹脂に起因した型内圧） $P$  が  $0 \text{ kgf/cm}^2$  と等しい状態で皮膜原料を注入することが可能となる。言い換えれば、キャビティ 50 内の樹脂 40 A とキャビティ 50 の金型面との間に空間（隙間）52 が確実に形成される（図 13 の（B）参照）。即ち、 $P_{11}$  の値を確実に  $0 \text{ kgf/cm}^2$  にすることができる。しかも、型締め力の低減によって、高压型締め操作の場合よりも、空間 52 の体積を増加させることができる。そして、かかる空間 52 に、空間の体積よりも若干多量に計量された皮膜原料 80 を確実に且つ均一に注入（皮膜原料オーバーショット）することができる。

【0098】即ち、型締め力を低減させた直後の型内圧を  $P_{11}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{11}$  とし、皮膜原料の注入直前のキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{12}$ 、大気圧を  $P_0$  とし、（圧力  $P_{11}$ 、温度  $T_{11}$ ）における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{11}$ 、（圧力  $P_{12}$ 、温度  $T_{12}$ ）における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{12}$  としたとき、 $V_{11} \leq V_{12}$  である熱可塑性樹脂を用いた。

【0099】以下、図 13～図 16 を参照して、実施例 1 の熱可塑性樹脂の射出成形方法を詳しく説明する。尚、図 13～図 16 においては、固定プラテン 20、型締め用油圧シリンダー 30、油圧ピストン 32、タイバー 34 の図示は省略した。実施例 1 における樹脂に起因

した型内圧の経時変化、及び皮膜原料の注入によって生成した型内圧（以下、皮膜原料に起因した型内圧とも呼ぶ）の経時変化、及び固定金型部を基準とした可動金型部の変位量を図 18 に示す。

【0100】尚、以下の実施例においては、東芝機械株式会社製 IS100 射出成形装置を用いて、金型の型締め力を約 100 トン f として金型の型締めを行い、熔融樹脂の射出成形を行った。キャビティ形状は、縦約 100 mm・横約 30 mm・深さ約 10 mm、肉厚 2 mm の略箱型である。尚、キャビティ形状はこのような形状に限定されず、所望に応じて任意の形状とすることができる。ゲート部 14 の構造は、ダイレクトゲート構造とした。尚、金型は、固定金型部 22 と可動金型部 26 を若干離間させてもキャビティが保持される印籠構造となっているが、図では印籠構造の図示は省略した。尚、印籠構造の詳細については、後に、図 23 を参照して説明する。

【0101】実施例 1 において使用した原料は、以下のとおりである。

成形用の熱可塑性樹脂：ポリカーボネート/ポリエチレンテレフタレートアロイ樹脂（三菱エンジニアリングプラスチック株式会社製：ユーピロン MB2112）

形成すべき皮膜：塗料皮膜

皮膜原料

ウレタンアクリレートオリゴマー	: 12 重量部
エポキシアクリレートオリゴマー	: 20 重量部
トリプロピレングリコールジアクリレート	: 20 重量部
ステアリン酸亜鉛	: 0.5 重量部
8% オクチル酸コバルト	: 0.5 重量部
酸化チタン	: 10 重量部
タルク	: 15 重量部
炭酸カルシウム	: 20 重量部
トープチルパーオキシベンゾエート	: 2 重量部

【0102】また、射出成形条件を、以下のとおりとした。

金型温度	: 130°C
熔融樹脂の温度	: 290°C
射出圧力	: 800 kgf/cm <sup>2</sup> -G

尚、金型温度はキャビティ 50 の金型面における温度であり、熔融樹脂の温度は射出シリンダー 12 内における熔融樹脂の温度であり、射出圧力の値は熱可塑性樹脂供給用スクリュウ 10 に加える圧力の値とした。以下の実施例においても同様である。

【0103】先ず、図 13 の（A）に模式的に示すように、熱可塑性樹脂から成る熔融樹脂 40 を、射出シリンダー 12 からゲート部 14 を経由してキャビティ 50 に射出し、キャビティ 50 内を熔融樹脂 40 で充填する。尚、キャビティ 50 は、固定金型部 22 と可動金型部 26 とから高压にて型締めされる（実施例 1 では  $F_{11}$  = 約 100 トン f）ことによって形成されている。この場合、

皮膜原料注入装置の油圧シリンダー62を前進させておき、シャットオフビン64の先端で皮膜原料注入部28を閉鎖しておく。これによって、皮膜原料供給部60とキャビティ50とは連通せず、皮膜原料80がキャビティ50内に流入することはないし、溶融樹脂40が皮膜原料供給部60に流入することもない。

【0104】溶融樹脂の射出完了直後から、熱可塑性樹脂供給用スクリー10を用いて、キャビティ50内の樹脂40Aに圧力を加えた。尚、キャビティ50内の樹脂40Aに圧力を加えるこの操作は保圧操作であり、この圧力は保圧圧力である。保圧操作の条件を、以下のとおりとした。

保圧圧力  $(P_{保})$  :  $50.0 \text{ kgf/cm}^2 - G$

保圧時間(期間) : 10秒

保圧圧力の値は熱可塑性樹脂供給用スクリー10に加えられる圧力の値であり、保圧時間はほぼゲートシール時間と同一であった。尚、射出成形品にひけやカビが発生することを防止し、しかも形成される形状の射出成形品へのキャビティ50の金型面の転写性を良くするために、保圧操作を実行する。

【0105】保圧操作を終了した後、型締め用油圧シリンダー30を操作して金型の型締め力を低減させた。型締め力の低減条件を以下のとおりとした。

低減後の型締め力  $(F_{低})$  : 約5トン

低減開始時間 : 保圧終了より50秒後

【0106】実施例1で使用した成形用の熱可塑性樹脂の体積収縮率は大きい  $(V_{10} \leq V_{11})$ 。その結果、樹脂に起因した型内圧を  $0 \text{ kgf/cm}^2$  まで低減させることができ、キャビティ50内の樹脂40Aとキャビティ50の金型面との間に塗膜を形成するに十分なる大きな空間52が形成された。この状態を、図13の(B)に模式的に示す。尚、皮膜原料の注入直前における空間52の体積  $V_{52(保)}$  は、

$$V_{52(保)} = V_{52} + \Delta V_{保} - V_{10}$$

である。言い換えれば、

$$(\text{型内圧}) \times (\text{成形品投影面積})$$

$$= (P_{保} - P_{52(保)} + P_{52(保)}) \times (\text{成形品投影面積})$$

において、 $P_{保}$ 、 $P_{52(保)}$ 、 $P_{52(保)}$ の全てを  $0 \text{ kgf/cm}^2$  とすることができ、ここで、樹脂40Aは、通常、可動金型部26側に収縮するため、型締め力の低減と相まって、固定金型部22側のキャビティ部分と樹脂40Aとの間に空間52が形成される。

【0107】その後、皮膜原料注入装置の油圧シリンダー62を後退させることによって、シャットオフビン64の先端を後退させて、皮膜原料注入部28を開く。これによって、皮膜原料供給部60と空間52とは連通する。併せて、ポンプ70を介して皮膜原料80を皮膜原料供給部60に供給する。これによって、皮膜原料注入部28まで皮膜原料は充填されるが、空間52の厚さは皮膜原料注入部28の流路幅と比較して非常に小さく、

皮膜原料の精度が十分には低いことであって、この時点では皮膜原料80が空間52を満たすまでには至らない(図14の(A)参照)。

【0108】その後、皮膜原料注入装置の油圧シリンダー62を前進させることによって、シャットオフビン64の先端を前進させる。皮膜原料注入直前の状態を図14の(B)に示す。シャットオフビン64の先端が更に前進することによって、キャビティ50内の樹脂40Aとキャビティ50の金型面との間の空間52に皮膜原料80が注入される(図13の(A)参照)。皮膜原料の注入開始を保圧期間の終了後54秒とした。このとき皮膜原料80は、キャビティ50内の樹脂40Aを圧縮しつつ注入されるが、あるいは可動金型部26を固定金型部22から若干離間させつつ注入されるが、あるいはその双方の作用を生じさせつつ注入される。即ち、

$$V_{52(保)} + \Delta V_{保} + \Delta V_{保} = V_{52}$$

の関係を満足する所定量の皮膜原料を注入する。具体的には、 $0.17 \text{ cm}^3$ の皮膜原料を注入した。尚、どのような状態で皮膜原料80がキャビティ50内の樹脂40Aとキャビティ50の金型面との間の空間(隙間)52に注入されるかは、皮膜原料の注入圧力、型締め力、樹脂40Aの柔軟度に依存する。また、低下型締め操作を行っているが故に、 $\Delta V_{保}$ の値を大きくすることが可能になり、厚く皮膜を射出成形品の表面に均一に形成することが可能になる。

【0109】皮膜原料の注入条件を以下のとおりとした。

皮膜原料の注入圧力  $(p_{注})$  : 約  $1.5 \text{ kgf/cm}^2 - G$

皮膜原料の注入前の型内圧  $(P)$  :  $0 \text{ kgf/cm}^2$

皮膜原料の注入完了直後の型内圧のピーク圧

$$(p_{max}) : 1.5 \text{ kgf/cm}^2$$

【0110】皮膜原料を注入しているときのシャットオフビン64に加わる油圧圧力の変化を図17に模式的に示す。図13の(B)に示した状態(時刻  $t_0$ )においては、溶融樹脂10の射出圧力によってシャットオフビン64が後退しないように、油圧が油圧シリンダー62によってシャットオフビン64に加えられている。その後、シャットオフビン64に加える圧力を  $0 \text{ kgf/cm}^2 - G$  とし、更にシャットオフビン64に後退方向の圧力を加えることによって、図14の(A)に示すように、シャットオフビン64は後退する(時刻  $t_1 \sim t_2$ )。

【0111】図14の(A)に示した状態(時刻  $t_1$ )から、シャットオフビン64が前進を開始し、時刻  $t_2$ においてシャットオフビン64が図14の(B)に示した状態になった後、皮膜原料の注入が開始される。皮膜原料の注入圧力  $(p_{注})$  は、型内圧  $P$  と、皮膜原料の流動抵抗値との合計に等しい。シャットオフビン64の前進が相当進行し、皮膜原料の空間体積相当量が注入される

と、皮膜原料を注入し難くなる（図15の（A）を参照）。尚、この状態で皮膜原料の注入を停止する方法が皮膜原料のシット法に相当する。更に皮膜原料の注入を続ける結果、皮膜原料を注入するために必要とされるシットオフピストン64に加えるべき圧力は上昇する。そして、図17の時刻1においてシットオフピストン64は前進端に到達し、シットオフピストン64の先端で皮膜原料注入部20が閉じられる（図15の（E）を参照）。こうして、空間50の体積よりも大きな体積の皮膜原料が空間50内に注入される（皮膜原料オーバーシット法）。尚、実施例1では、シットオフピストン64に加わる油圧圧力の変化からは、皮膜原料の注入圧力値（ $p_1$ ）を確認できなかった。皮膜原料の注入が終了し、皮膜原料供給部60とキャビティ50とは連通しなくなる。尚、シットオフピストン64が後退しないように、その後もシットオフピストン64に油圧（リリーダ62によって圧力を加え続ける。皮膜原料の注入が完了した時点では、皮膜原料に起因した型内圧が発生している。

【0112】尚、皮膜原料の注入完了後、金型の型締め力は低下させたまま保持してもよいし、皮膜を破損しない程度にまで再加圧してもよい。

【0113】次いで、完全にあるいは離型作業に支障がない程度に皮膜原料80を固化させて、キャビティ50内の樹脂40Aの表面に皮膜82を形成する（図16参照）。固化の時間を120秒間とした。尚、この時間は射出成形された樹脂の冷却時間でもある。次いで、型締め用油圧シリンダー30を後退させて、これまで加えていた型締め力を解除して、離型を行う。最後に、金型から射出成形品を取り出す。

【0114】こうして、塗料皮膜から成る皮膜82が射出成形品の表側の表面の略全面に互って形成された射出成形品を得た。皮膜82の厚さは、箱型の射出成形品の底部で平均80 $\mu$ mであった。

【0115】実施例1における樹脂に起因した型内圧の経時変化、及び皮膜原料に起因した型内圧の経時変化を図18に実線で示す。また、固定金型部を基準とした可動金型部の変位量を図18に点線で示す。

【0116】実施例1においては、皮膜原料に起因した型内圧のピーク圧 $p_{11}$ は15kgf/cm<sup>2</sup>であり、離型直前の皮膜原料に起因した型内圧 $p_1^*$ は5kgf/cm<sup>2</sup>であった。尚、このように、離型直前の型内圧 $p_1^*$ が0kgf/cm<sup>2</sup>ではない高い値に保持される理由は、体積収縮した皮膜の体積が、未だ、空間50の体積より大きいことにある。即ち、

$$V_1 + \Delta V_1 = V_{11} + V_2 < V_{11} + V_3$$

の関係を満足するように、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に所定量（体積 $V_2$ ）の皮膜原料を注入することによって、離型前における型内圧が0kgf/cm<sup>2</sup>よりも高い状態となるように型内圧を保持す

ることができる。

【0117】このように、皮膜原料に起因した離型直前の型内圧 $p_1^*$ を0kgf/cm<sup>2</sup>ではない高い値に保持することによって、皮膜は常にキャビティ50の金型面にて加圧される。その結果、射出成形品の表面に形成される皮膜に、高い均一性、光沢性、密着性を付与することができる。尚、図18においては、グラフの縦軸の縮尺の関係から、キャビティ内の樹脂が十分冷却・固化したときの型内圧の値が恰も0kgf/cm<sup>2</sup>のように見えるが、実際には、0kgf/cm<sup>2</sup>ではない型内圧が存在する。

【0118】図18に示すように、溶融樹脂のキャビティ内への射出時、金型開閉方向のキャビティの距離（厚さ）は若干増加する。この変位量は $\Delta v_1$ に相当する。溶融樹脂の射出完了後、変位量は0mmとなる。低圧型締め操作を行うことによって、金型開閉方向のキャビティの距離（厚さ）は若干増加する。この変位量は $\Delta v_2$ に相当する。皮膜原料を注入することによって、金型開閉方向のキャビティの距離（厚さ）は更に若干増加する。この変位量は $\Delta v_3$ に相当する。皮膜原料の注入後、皮膜原料の体積収縮によって、変位量は0mmに近づく。しかしながら、皮膜原料に起因した型内圧が0kgf/cm<sup>2</sup>ではないが故に、この変位量は0mmとはならない。

【0119】実施例1にて使用したポリカーボネート/ポリエチレンテレフタレートアロイ樹脂（ユーピロンMB2112）のPVT図を図19に示す。尚、図19中、（A）は圧力1kgf/cm<sup>2</sup>（大気圧）のときの樹脂温度と比容積の関係を示し、（B）は同じく300kgf/cm<sup>2</sup>、（C）は500kgf/cm<sup>2</sup>、（D）は700kgf/cm<sup>2</sup>、（E）は1000kgf/cm<sup>2</sup>のときの樹脂温度と比容積の関係を示す。

【0120】溶融樹脂のキャビティ内への保圧圧力（ $P_1$ ）に相当するものは約500kgf/cm<sup>2</sup>（G）であり、かかる樹脂の温度（ $T_1$ ）に相当するものは290°Cである。従って、（圧力 $P_1 = 500$ kgf/cm<sup>2</sup>、温度 $T_1 = 290$ °C）における熱可塑性樹脂の比容積 $V_1$ は約0.89cm<sup>3</sup>/gである。一方、金型の型締め力を減じさせる直前の型内圧は既に大気圧と等しかったので、金型の型締め力を減じさせた直後の型内圧 $P_1$ も0kgf/cm<sup>2</sup>、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度 $T_1$ は140°Cであった。それ故、（圧力 $P_1$ 、温度 $T_1$ ）における熱可塑性樹脂の比容積 $V_1$ は約0.86cm<sup>3</sup>/gであった。更には、皮膜原料の注入直前のキャビティ内の樹脂の温度 $T_1$ は140°Cであり、（大気圧 $P_1$ 、温度 $T_1$ ）における熱可塑性樹脂の比容積 $V_1$ は約0.86cm<sup>3</sup>/gであった。従って、 $V_1 \leq V_2$ を満足していた。

【0121】即ち、温度 $T_1$ （290°C）から成る温度 $T_2$ （図19では約220°C）までは等比容積 $V_1$ のま

まキャビティ内の樹脂は冷却される。次いで、図 1-9 においては、約  $210^{\circ}\text{C}$  から約  $140^{\circ}\text{C}$  まで、線 A に沿って、今度は比容積が小さくなるように、キャビティ内の樹脂は変化する。温度が約  $140^{\circ}\text{C}$  ( $T_1$ ) の時点で低圧型締め操作が行われ、キャビティの体積は  $\Delta V_1$  だけ増加するが、キャビティ内の樹脂に起因する型内圧は既に大気圧  $P_0$  と等しくなっているため、P-V-T 図上には変化が現れない。また、低圧型締め操作から皮膜原料の注入までに短時間 (4 秒) しか経過していないため、皮膜原料注入直前の樹脂の温度  $T_2$  は  $T_1$  とほぼ等しい。この結果、 $k_1 = (V_{11} - V_{10})$ 、及び低圧型締め操作に起因するキャビティの体積増加分  $\Delta V_1$  の和に相当する体積変化が、キャビティの金型面とキャビティ内の樹脂との間に形成される空間 5-2 に相当する。このように、 $V_{11} \leq V_{10}$  なる熱可塑性樹脂を使用し、低圧型締め操作を行うことによって、キャビティの金型面とキャビティ内の樹脂との間に空間を確実に形成することができる。

【0122】(実施例 2) 実施例 2 においても、実施例 1 と基本的に同様の工程で射出成形品を作製した。実施例 2 が実施例 1 と相違する点は、樹脂の冷却条件、皮膜原料の注入条件等の各種条件である。即ち、実施例 2 においても、キャビティ 5-0 への熔融樹脂の射出後、保圧操作を行い、一定の冷却時間をおき、金型の型締め力を低下させた後、皮膜原料を注入した。

【0123】実施例 2 において使用した成形用の熱可塑性樹脂原料及び皮膜原料は、実施例 1 と同様とした。また、射出成形条件、保圧操作条件も実施例 1 と同様であり、以下のとおりとした。

#### 射出成形条件

金型温度 :  $130^{\circ}\text{C}$   
 熔融樹脂の温度 :  $290^{\circ}\text{C}$   
 射出圧力 :  $800\text{ kgf/cm}^2 - \text{G}$

#### 保圧操作条件

保圧圧力 :  $500\text{ kgf/cm}^2 - \text{G}$   
 保圧時間 : 10 秒

【0124】実施例 2 では保圧操作終了後、2.0 秒間冷却時間をおいた後、型締め力を約 5 トンにまで低下させ、 $0.3\text{ cm}^3$  の皮膜原料を注入した。皮膜形成条件、皮膜原料注入後の冷却条件、皮膜固化条件は以下の通りである。

#### 皮膜形成条件

皮膜原料の注入開始 : 保圧期間の終了後 2.4 秒  
 皮膜原料の注入圧力 ( $p_{11}$ ) : 約  $20\text{ kgf/cm}^2 - \text{G}$   
 皮膜原料の注入前の型内圧 ( $P_1$ ) :  $0\text{ kgf/cm}^2$   
 皮膜原料の注入完了直後の型内圧のピーク圧 ( $p_{12}$ ) :  $20\text{ kgf/cm}^2$

#### 皮膜固化条件

固化時間 : 120 秒

尚、この固化時間は射出成形された樹脂の冷却時間でもある。

【0125】金型の型締め力は低下させたまま保持してもよいし、皮膜を破損しない程度にまで再加圧しても構わない。

【0126】こうして、塗料皮膜から成る皮膜 8-2 が射出成形品の表側の表面の略全面に亘って形成された射出成形品を得た。実施例 1 と比較して、溶融樹脂の射出完了から皮膜原料の注入までの時間を短くしたため、比容積の減少率が実施例 1 と比較して小さく、形成された空間 5-2 は、実施例 1 において形成された空間よりも小さかった。それ故、実施例 1 と比較して、注入した皮膜原料の量 (体積) が少ないにも拘わらず、皮膜原料の注入ピーク圧力が若干高くなった。尚、皮膜 8-2 の厚さは、箱型の射出成形品の底部で平均  $50\text{ }\mu\text{m}$  であった。

【0127】実施例 2 における樹脂に起因した型内圧の経時変化、及び皮膜原料の注入に起因した型内圧の経時変化を図 2-0 に示す。図 2-0 においては、グラフの縦軸の縮尺の関係から、キャビティ内の樹脂が十分冷却・固化したときの型内圧の値が恰も  $0\text{ kgf/cm}^2$  に見えるが、実際には、 $0\text{ kgf/cm}^2$  ではない型内圧が存在する。具体的には、実施例 2 においては、皮膜原料に起因した型内圧のピーク圧  $p_{12}$  は  $20\text{ kgf/cm}^2$  であり、皮膜原料に起因した離型直前の型内圧  $p_{11}$  は  $5\text{ kgf/cm}^2$  であった。

【0128】(実施例 3) 実施例 3 も、本発明の第 1 の態様に関する。実施例 3 においては、溶融樹脂の射出開始から離型までの間、金型の型締め力を一定に保持する。即ち、実施例 3 においては、高圧型締め操作を採用した。より具体的には、溶融樹脂の射出開始から離型までの間、金型の型締め力を約  $1000\text{ トン}$  に保持した。尚、キャビティの形状及び寸法は、実施例 1 と同様である。

【0129】実施例 3 においては、皮膜原料注入直前のキャビティ内の樹脂が冷却することによって生じる樹脂の体積収縮作用に起因して、キャビティ内に射出された樹脂によって生成された型内圧  $P_1$  が  $0\text{ kgf/cm}^2$  に低下する。実施例 3 においては、保圧操作によるキャビティ内の樹脂の重量増加が完了した時点における型内圧を  $P_{10}$  とし、皮膜原料の注入直前のキャビティ内の樹脂の温度を  $T_1$  とし、大気圧を  $P_0$  とし、(圧力  $P_{10}$ 、温度  $T_1$ ) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{10}$ 、(圧力  $P_0$ 、温度  $T_1$ ) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{11}$  としたとき、 $V_{11} \leq V_{10}$  である熱可塑性樹脂を用いた。これによって、

$$V_{11} - V_{10} = V_{11} - V_{10} \geq 0$$

を満足することができ、キャビティ 5-0 内の樹脂 4-0 A とキャビティ 5-0 の金型面との間に空間 5-2 が確実に形成される。即ち、 $P_{10}$  の値を確実に  $0\text{ kgf/cm}^2$

にすることができ、キャビティ内の樹脂によって生成した型内圧 $P$ が $0\text{ kg f/cm}^2$ まで低下する。

【0130】実施例3においては成形用の熱可塑性樹脂原料として、以下の原料を使用した。また、射出成形条件、保圧操作条件を、以下のとおりとした。尚、使用した皮膜原料は、実施例1と同様とした。また、図12に示したと同様の射出成形装置を使用した。

成形用の熱可塑性樹脂：ポリアミドMXD6（三菱エンジニアリングプラスチックス株式会社製・レニー1022）

射出成形条件

金型温度：  $130^\circ\text{C}$

熔融樹脂の温度：  $270^\circ\text{C}$

射出圧力：  $700\text{ kg f/cm}^2\text{-G}$

保圧操作条件

保圧圧力：  $500\text{ kg f/cm}^2\text{-G}$

保圧時間： 2.5秒

【0131】実施例3における保圧圧力の値は通常の値であるか、保圧時間は、通常の保圧時間と比較して短い。尚、通常の保圧時間は9秒程度で、この時間はほぼゲートシール時間に等しい。従って、保圧操作による溶融樹脂の重量増加は、通常の保圧操作による溶融樹脂の重量増加よりも少ない。その結果、 $V_{11}$ の値が、通常の保圧操作で得られた値よりも小さくなり、キャビティ50内の樹脂10Aとキャビティ50の金型面との間に空間52が一層形成され易くなる。

【0132】実施例3では保圧操作終了後、5.0秒間冷却時間をおいた後、型締め力を100トンに保持したまま、皮膜原料を注入した。皮膜形成条件、皮膜原料注入後の冷却条件、皮膜固化条件は以下の通りである。

皮膜形成条件

皮膜原料の注入開始：保圧期間の終了後5.0秒

皮膜原料の注入圧力（ $p_{11}$ ）：約 $150\text{ kg f/cm}^2\text{-G}$

皮膜原料の注入完了直後の型内圧のピーク圧

（ $p_{111}$ ）： $150\text{ kg f/cm}^2$

皮膜原料の注入前の型内圧（ $P$ ）： $0\text{ kg f/cm}^2$

注入量： $0.55\text{ cm}^3$

皮膜固化条件

固化時間： 12.0秒

尚、この固化時間は射出成形された樹脂の冷却時間でもある。

【0133】離型直前における型内圧 $p^*$ は $40\text{ kg f/cm}^2$ であった。これは、

$$V_{11} + V_{12} = V_{111} + V_{112} < V_{110} + V_{110}$$

の関係を満足するように、キャビティ内の樹脂とキャビティ50の金型面との間に所定量（体積： $V_{11}$ ）の皮膜原料を注入したためである。

【0134】図21に、実施例3における、樹脂に起因した型内圧の経時変化、及び皮膜原料に起因した型内圧

の経時変化を示す。尚、固定金型部に対する可動金型部の相対的な位置は、溶融樹脂の射出から離型までの間、ほぼ一定であった。

【0135】実施例3にて用いた熱可塑性樹脂のFVT図を図22に示す。尚、図22中、（A）は圧力 $1\text{ kg f/cm}^2$ （大気圧）のときの樹脂温度と比容積の関係を示し、（B）は同じく $510\text{ kg f/cm}^2$ 、（C）は $700\text{ kg f/cm}^2$ 、（D）は $1000\text{ kg f/cm}^2$ 、（E）は $1530\text{ kg f/cm}^2$ のときの樹脂温度と比容積の関係を示す。保圧圧力（ $P_{11}$ に相当する）は $500\text{ kg f/cm}^2\text{-G}$ であり、保圧工程におけるキャビティ内の樹脂の温度（ $T_{11}$ に相当する）は $270^\circ\text{C}$ である。従って、図22からも明かなように、（圧力 $P_{11}=500\text{ kg f/cm}^2$ 、温度 $T_{11}=270^\circ\text{C}$ ）における熱可塑性樹脂の比容積 $V_{11}$ は、約 $0.65\text{ cm}^3/\text{g}$ である。温度 $T_{11}$ （ $270^\circ\text{C}$ ）から或る温度（区32では約 $235^\circ\text{C}$ ）までは等比容積 $V_{11}$ のままキャビティ内の樹脂は冷却される。次いで、図22においては、約 $235^\circ\text{C}$ から約 $140^\circ\text{C}$ まで、線Aに沿って、今度は比容積が小さくなるように、キャビティ内の樹脂は変化する。温度が約 $140^\circ\text{C}$ （ $T_{11}$ ）の時点で皮膜原料の注入が行われる。皮膜原料の注入直前の樹脂に起因した型内圧は $0\text{ kg f/cm}^2$ であり、皮膜原料の注入直前のキャビティ内の樹脂の温度 $T_{11}$ は約 $140^\circ\text{C}$ である。従って、（型内圧 $P=$ 大気圧、温度 $T_{11}=140^\circ\text{C}$ ）における熱可塑性樹脂の比容積 $V_{11}$ は $0.623\text{ cm}^3/\text{g}$ である。即ち、 $V_{11} \leq V_{11}$ を満足している。

【0136】実施例3においては、高圧型締め操作において、 $V_{11} \leq V_{11}$ の関係を満足する熱可塑性樹脂を使用し、更には、好ましくは保圧時間を短くすることによって、キャビティ50内の樹脂40Aとキャビティ50の金型面との間に空間52（体積： $V_{1111} = V_{111} - V_{11}$ ）を形成することができ、塗料皮膜から成る平均厚さ $100\text{ }\mu\text{m}$ の皮膜80が射出成形品の表側の表面の略全面に亘って形成された射出成形品を得た。

【0137】（実施例4）実施例4も、本発明の第1の態様に関する。実施例4においては、キャビティ50内の溶融樹脂の射出完了後、皮膜原料の注入前に、金型の型締め力を0とし、次いで、固定金型部22と可動金型部26とでキャビティ50を形成した状態で可動金型部26を固定金型部22から離間する工程を含む。実施例4の熱可塑性樹脂の射出成形方法の実施に適した射出成形装置全体の概要を、図23を参照して説明する。

【0138】実施例4の実施に適した射出成形装置における金型は、固定金型部22と可動金型部26から構成されている。そして、固定金型部22と可動金型部26は、固定金型部22と可動金型部26とでキャビティ50を形成した状態で可動金型部26を固定金型部22から離間し得る構造を有している。即ち、可動金型部26

を固定金型部22から離間することによってキャビティ50の体積を増加させ得る構造となっている。

【0139】より具体的には、図23に模式的に示すように、可動金型部26を固定金型部22に対して若干移動させて閉じたキャビティ50が形成されるように、可動金型部26と固定金型部22の接触部分26A、22Aが凹陥構造となっている。尚、図23には、可動金型部26が固定金型部22から離間され、且つ、閉じたキャビティ50が形成された状態の金型を示す。射出成形装置のその他の構造は、実施例1にて説明した射出成形装置と同様とすることができるので、説明は省略する。尚、図23においては、固定ブレン20、型締め用油圧シリンダー30、油圧ピストン32、タイバー34の図示は省略した。キャビティの形状及び寸法は、実施例1と同様とした。

【0140】実施例4においては、溶融樹脂の射出時の型締め力を約100トニとし、皮膜原料の注入前に、型締め用油圧シリンダー30を動作させて、型締め力を開放（0トンf）とした。これによって、金型開閉方向のキャビティの距離（厚さ）は0.2mm程度増加した。更に、可動金型部26を固定金型部22から離間し、キャビティ50の金型開閉方向の厚さ（距離）を広げた。固定金型部22からの可動金型部26の離間量を0.1mmとした。即ち、キャビティ50の金型開閉方向の厚さ（距離）は、溶融樹脂の射出時に対して0.3mm増加した。

【0141】実施例4においては、可動金型部を固定金型部から離間させた直後の型内圧を $P''$ とし、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を $T''$ とし、皮膜原料の注入直前のキャビティ内の樹脂の温度を $T$ 、大気圧を $P_0$ とし、（圧力 $P''$ 、温度 $T''$ ）における熱可塑性樹脂の比容積を $V''$ 、（圧力 $P_0$ 、温度 $T$ ）における熱可塑性樹脂の比容積を $V_0$ としたとき、 $V_0 \leq V''$ である熱可塑性樹脂を用いた。

【0142】実施例4においては、使用した成形用の熱可塑性樹脂及び皮膜原料は、実施例1と同様とした。また、射出成形条件、保圧操作条件を、以下のとおりとした。

金型温度 : 130°C  
溶融樹脂の温度 : 290°C  
射出圧力 : 800 kg f / cm<sup>2</sup> = G  
保圧操作条件  
保圧圧力 : 500 kg f / cm<sup>2</sup> = G  
保圧時間 : 1秒

【0143】実施例4では保圧操作終了後、50秒経過後、型締め用油圧シリンダー30を動作させて、金型の型締め力を0トンfとし、更に、固定金型部22と可動金型部26とでキャビティ50を形成した状態で可動金型部26を固定金型部22から離間した。そして、保圧操作終了後、54秒経過した後、形成された空間52内

に皮膜原料80を注入した。皮膜原料の注入直前においては、空間52の体積は、

$$V_{52} = V_{50} + \Delta V_{50} - V_{50}$$

となっている。皮膜形成条件、皮膜原料注入後の冷却条件、皮膜固化条件は以下の通りである。

皮膜形成条件

皮膜原料の注入開始：保圧期間の終了後54秒

皮膜原料の注入完了直後の型内圧のピーク圧

$$(p_{max}) : 200 \text{ kg f / cm}^2$$

10 注入量 : 1.7 cm<sup>3</sup>

皮膜原料の注入前の型内圧 (P) : 0 kg f / cm<sup>2</sup>

皮膜固化条件

固化時間 : 1秒

尚、この固化時間は射出成形された樹脂の冷却時間でもある。

【0144】離型直前における型内圧 $p'$ は5 kg f / cm<sup>2</sup>であった。これは、

$$V_0 + \Delta V_{50} = V_{50} + V_{50} < V_{50} + V_{50}$$

の関係を満足するように、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に所定量（体積： $V_{50}$ ）の皮膜原料を

20 注入したためである。また、保圧圧力（ $P_0$ に相当する）は500 kg f / cm<sup>2</sup> = Gであり、保圧工程におけるキャビティ内の樹脂の温度（ $T_0$ に相当する）は290°Cである。従って、図19のP-V-T図から、圧力 $P_0 = 500 \text{ kg f / cm}^2$ 、温度 $T_0 = 290^\circ \text{C}$ における熱可塑性樹脂の比容積 $V_0$ は約0.90 cm<sup>3</sup> / gである。一方、可動金型部を固定金型部から離間させた直後の型内圧 $P''$ は、離間前に既に0 kg f / cm<sup>2</sup>であり、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度 $T''$ は140°Cであった。また、皮膜原料の注入直前のキャビティ内の樹脂の温度 $T$ もほぼ140°Cであった。従って、（圧力 $P'' = 0 \text{ kg f / cm}^2$ 、温度 $T'' = 140^\circ \text{C}$ ）における熱可塑性樹脂の比容積 $V''$ は約0.86 cm<sup>3</sup> / gであり、（圧力 $P_0 = \text{大気圧}$ 、温度 $T_0 = 140^\circ \text{C}$ ）における熱可塑性樹脂の比容積 $V_0$ も約0.86 cm<sup>3</sup> / gであり、 $V_0 \leq V''$ を満足していた。

【0145】実施例4においては、 $V_0 \leq V''$ の関係を満足する熱可塑性樹脂を使用し、更には、可動金型部離間操作を行うことによって、キャビティ50内の樹脂40Aとキャビティ50の金型面との間に一層確実に空間52（体積： $V_{52}$ ）を形成することができ、塗料皮膜から成る皮膜32が射出成形品の表側の表面の略全面に亘って形成された射出成形品を得た。尚、皮膜の厚さは、箱型の射出成形品の底部で平均160μmであった。

【0146】（実施例5）実施例5は、本発明の第2の態様に関する。即ち、実施例5においては、キャビティ50内に射出された樹脂40Aによって生成された型内圧 $P$ が0 kg f / cm<sup>2</sup>よりも高い状態で皮膜原料80

に

を注入する。尚、実施例 5 の熱可塑性樹脂の射出成形方法においては、金型を閉じ型締め力を保持した状態でキャビティ 50 内に溶融樹脂 40 を射出した後、キャビティ 50 内の樹脂 40 A とキャビティ 50 の金型面との間に空間（隙間）を形成することになり、キャビティ 50 内の樹脂 40 A とキャビティ 50 の金型面との境界 54 に皮膜原料 80 を注入する。即ち、実施例 5 においては、溶融樹脂の射出開始から離型までの間、金型の型締め力を一定に保持する、高圧型締め操作を採用した。尚、実施例 5 の実施に適した射出成形装置は、実施例 1 にて説明した射出成形装置と同様とすることができるので、その説明は省略する。尚、キャビティ形状は、縦約 10.0 mm・横約 3.0 mm・深さ約 1.0 mm、肉厚 4 mm の略箱型としたが、キャビティ形状はこのような形状に限定されず、所望に応じて任意の形状とすることができる。

【0147】実施例 5 においては、皮膜原料の注入直前の樹脂に起因した型内圧を  $P_{11}$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度を  $T_{11}$ 、大気圧を  $P_0$  とし、（圧力  $P_{11}$ 、温度  $T_{11}$ ）における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{11}$ 、（圧力  $P_0$ 、温度  $T_{11}$ ）における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_0$  としたとき、 $V_{11} > V_0$  である熱可塑性樹脂を用いた。

【0148】以下、図 24～図 26 を参照して、実施例 5 の熱可塑性樹脂の射出成形方法を詳しく説明する。

【0149】実施例 5 において使用した成形用の熱可塑性樹脂は実施例 3 と同様である。また、使用した皮膜原料は、実施例 1 と同様とした。

【0150】射出成形条件を、以下のとおりとした。

金型温度 : 130℃  
溶融樹脂の温度 : 270℃  
射出圧力 : 700 kg/cm<sup>2</sup> = G

【0151】先ず、図 24 の（A）に模式的に示すように、熱可塑性樹脂から成る溶融樹脂 40 を、射出シリンダー 12 からゲート部 14 を経由してキャビティ 50 に射出し、キャビティ 50 内を溶融樹脂で充填する。尚、キャビティ 50 は、固定金型部 22 と可動金型部 26 とが高圧にて型締めされる（実施例 5 では約 100 トン）ことによって形成されている。この場合、皮膜原料注入装置の油圧シリンダー 62 を前進させておき、シャットオフピン 64 の先端で皮膜原料注入部 28 を閉じておく。これによって、皮膜原料供給部 60 とキャビティ 50 とは連通せず、皮膜原料 80 がキャビティ 50 内に流入することはない。

【0152】溶融樹脂の射出完了直後から、以下の条件で保圧操作を行った。尚、この保圧操作の条件は、通常の条件であり、保圧時間はゲートシー、時間とほぼ同一であった。

保圧圧力 : 500 kg/cm<sup>2</sup> = G  
保圧時間（期間） : 9 秒

【0153】保圧期間に終了後、皮膜原料注入装置の油

に

圧シリンダー 62 を後退させることによって、シャットオフピン 64 の先端を後退させて、皮膜原料注入部 28 を開く。併せて、ポンプ 70 を介して皮膜原料 80 を皮膜原料供給部 60 に供給する。これによって、皮膜原料注入部 28 まで皮膜原料は充填されるが、その内圧は  $P_{11}$  より高いので、樹脂 40 A とキャビティ 50 の金型面との間に空間が形成されず、皮膜原料供給部 60 とキャビティ 50 とは連通していない。即ち、 $V_{11} > V_0$ 。

より具体的には、

$$V_{11} = V_0 + \Delta V_0$$

の関係を満たしている。従って、皮膜原料 80 はこの段階ではキャビティ 50 側に流入しない。このときの様子を図 24 の（B）に模式的に示す。尚、本発明の第 2 の態様においては、樹脂 40 A に起因する型内圧  $P_{11}$  が  $P_0$  よりも高いので、図 24 の（B）の時点で樹脂 40 A が皮膜原料注入部 28 に流入することを防止する必要がある。そのためには、キャビティの金型面と接する樹脂 40 A の部分を或る程度硬化させておけばよい。具体的には、保圧期間の経過後、シャットオフピン 64 の後退までの時間を長くする方法、キャビティの金型面と接触する樹脂の部分及びその近傍の樹脂は冷却され、硬化するか、かかる硬化が早い結晶性樹脂を使用する方法が挙げられる。

【0154】その後、皮膜原料注入装置の油圧シリンダー 62 を前進させることによって、シャットオフピン 64 の先端を前進させる。皮膜原料注入直前の状態を図 25 の（A）に示す。シャットオフピン 64 の先端が更に前進することによって、キャビティ 50 内の樹脂 40 A とキャビティ 50 の金型面との境界 54 に皮膜原料 80 が注入される（図 25 の（B）参照）。皮膜原料の注入開始を保圧期間の終了後 4 秒とした。また、皮膜原料の注入量を  $0.2 \text{ cm}^3$  とした。

【0155】このとき皮膜原料 80 は、キャビティ 50 内の樹脂 40 A を圧縮しつつ注入されるか、あるいは可動金型部 26 を固定金型部 22 から若干離間させて注入されるか、あるいはその双方の作用を生じさせて注入される。尚、どのような状態で皮膜原料 80 がキャビティ 50 内の樹脂 40 A とキャビティ 50 の金型面との境界 54 に注入されるかは、皮膜原料の注入圧、型締め力、樹脂 40 A の柔軟度依存する。図 25 の（B）及び図 26 の（A）、（B）においては、樹脂 40 A が皮膜原料 80 によって圧縮されている状態を拡大して模式的に示した。この状態においては、

$$V_{11} = V_0 + \Delta V_0$$

の関係を満足している。尚、金型は、固定金型部 22 と可動金型部 26 を若干離間させてもキャビティが保持される即発構造となっているが、図では即発構造の図示は省略した。

【0156】皮膜原料の注入条件を以下のとおりとし



た。

皮膜原料の注入圧力 ( $P_{inj}$ ) = 5 0 0 k g f / c m<sup>2</sup> - G

皮膜原料の注入時の型内圧 ( $P_{in}$ ) = 2 0 0 k g f / c m<sup>2</sup> - G

皮膜原料の注入直後の型内圧 ( $P_{in}$ ) = 5 0 0 k g f / c m<sup>2</sup> - G

【0157】皮膜原料を注入しているときのシャットオフピン 6 4 に加わる油圧圧力の変化を図 2 7 に模式的に示す。図 2 4 の (A) に示した状態 (時刻  $t_1$ ) において、溶融樹脂 4 0 の射出圧力によってシャットオフピン 6 4 が後退しないように、高圧が油圧シリンダー 6 2 によってシャットオフピン 6 4 に加えられている。その後、シャットオフピン 6 4 に加える圧力を 0 k g f / c m<sup>2</sup> - G とし、更にシャットオフピン 6 4 に後退方向の圧力を加えることによって、図 2 4 の (B) に示すように、シャットオフピン 6 4 は後退する (時刻  $t_2 \sim t_3$ )。

【0158】図 2 5 の (A) に示した状態 (時刻  $t_1$ ) から、図 2 5 の (B) に示すように皮膜原料 8 0 が皮膜原料注入部 2 8 を通りキャビティ 5 0 内の樹脂 4 0 A とキャビティ 5 0 の金型面との境界 5 4 に注入される瞬間 (時刻  $t_1$ ) まで、シャットオフピン 6 4 に加えられる圧力は増加する。そして、期間  $t_1 \sim t_2$  の間、皮膜原料 8 0 はキャビティ 5 0 内の樹脂 4 0 A とキャビティ 5 0 の金型面との境界 5 4 に注入され続ける。このときのシャットオフピン 6 4 に加わる圧力を、皮膜原料の注入圧力 ( $p_{inj}$ ) とした。皮膜原料の注入圧力 ( $p_{inj}$ ) は、型内圧  $P_{in}$  と、皮膜原料の流動抵抗値との合計に等しい。従って、一般に、 $p_{inj} > P_{in}$  となる。シャットオフピン 6 4 の前進が相当進行し、皮膜原料の相当量が注入されると、皮膜原料を注入し難くなる。その結果、皮膜原料を注入するために必要とされるシャットオフピン 6 4 に加えるべき圧力は上昇する。そして、図 2 7 の時刻  $t_1$  において、シャットオフピン 6 4 は前進端に到達し、シャットオフピン 6 4 の先端で皮膜原料注入部 2 8 が閉じられる (図 2 6 の (A) を参照)。こうして、皮膜原料の注入が終了し、皮膜原料供給部 6 0 とキャビティ 5 0 とは連通しなくなる。尚、シャットオフピン 6 4 が後退しないように、その後もシャットオフピン 6 4 に油圧シリンダー 6 2 によって圧力を加え続ける。

【0159】次に、完全にあるいは離型作業に支障がない程度に皮膜原料 8 0 を固化させて、キャビティ 5 0 内の樹脂 4 0 A の表面に皮膜 8 0 を形成する (図 2 6 の (B) を参照)。固化の時間を 1 分程度とした。尚、この期間に射出成形された樹脂は冷却し続ける。次に、型締め用油圧シリンダー 3 0 で油圧 2 5 トン f を後退させて、これまで加えていた型締め力を解除して、離型操作を行う。最後に、金型から射出成形品を取り出す。尚、離型直前における型内圧  $P_{in}$  の値は約 3 2 0 k g f

/ c m<sup>2</sup> であった。尚、使用した熱可塑性樹脂は、 $V_{12} > V_{11}$  の関係を満足しているので、 $V_{11} + V_{12} > V_{11} + V_{13}$  の関係を満たすことができる。

【0160】こうして、塗料皮膜から成る皮膜 8 0 が射出成形品の表側の表面略全面に亘って形成された射出成形品を得た。皮膜 8 0 の厚さは、箱型の射出成形品の底面にて平均 3 0  $\mu$ m であった。

【0161】実施例 5 における型内圧の経時変化を図 2 8 に示す。皮膜原料の注入直前の型内圧  $P_{in}$  は 0 k g f / c m<sup>2</sup> にまで低下してはいない。従って、樹脂は皮膜原料の注入後もキャビティ 5 0 の金型面を押し続け、型内圧が 0 k g f / c m<sup>2</sup> にまで低下することはない。言い換えれば、キャビティ 5 0 内の樹脂 4 0 A とキャビティ 5 0 の金型面との間に空間 (隙間) が発生することはない。尚、固定金型部に対する可動金型部の相対的な位置は、溶融樹脂の射出から離型までの間、ほぼ一定であった。

【0162】皮膜原料注入直前における型内圧  $P_{in}$  は 3 0 0 k g f / c m<sup>2</sup>、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度  $T_{12}$  は 2 3 5<sup>o</sup> C であった。実施例 5 にて用いた熱可塑性樹脂の PVT 図を図 2 9 に示す。尚、図 2 9 の PVT 図は図 2 2 の PVT 図と同一である。図 2 9 から明らかなように、(圧力  $P_{12} = 3 0 0$  k g f / c m<sup>2</sup>、温度  $T_{12} = 2 3 5$  <sup>o</sup> C) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{12}$ 、(圧力  $P_{11} =$  大気圧、温度  $T_{11} = 2 3 5$  <sup>o</sup> C) における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_{11}$  としたとき、 $V_{12} = 0.643$  c m<sup>3</sup> / g、 $V_{11} = 0.653$  c m<sup>3</sup> / g である。即ち、 $V_{12} > V_{11}$  を満足している。つまり、

$$V_{12} + \Delta V_{12} = V_{12} < V_{11}$$

の関係を満足している。それ故、皮膜原料注入直前の型内圧は 0 k g f / c m<sup>2</sup> にまで低下せず、かかる圧力が  $P_{in}$  として認識される。

【0163】(実施例 6) 実施例 5 も、本発明の第 2 の態様に関する。実施例 6 が実施例 5 と相違する点は、金型の型締め力を、皮膜原料 8 0 の注入前に、溶融樹脂の射出時における型締め力よりも減少させる点にある。即ち、溶融樹脂の射出時の型締め力を約 1 0 0 トン f (=  $F_{11}$ ) とし、皮膜原料 8 0 の注入前に、型締め力を約 5 0 トン f (=  $F_{12}$ ) に下げた。即ち、 $F_{12} / F_{11} = 0.5$  である。尚、キャビティの形状及び寸法を、実施例 5 と同様とした。

【0164】実施例 6 において使用した成形用の熱可塑性樹脂原料及び皮膜原料は、実施例 5 と同様とした。また、射出成形条件 (保圧操作条件) も実施例 5 と同様にした。

射出成形条件

金型温度 : 1 3 0<sup>o</sup> C

溶融樹脂の温度 : 2 7 0<sup>o</sup> C

射出圧力 : 7 0 0 k g f / c m<sup>2</sup> - G

## 保圧操作条件

保圧圧力  $800 \text{ kgf/cm}^2 - G$ 

保圧期間 9秒

【0165】実施例6においては、保圧期間の終了直後、型締め用油圧シリンダー30を操作して、型締め力を約5トンfまで低下させる。これによって、キャビティ内の樹脂は若干増加するが $(V_{11} + \Delta V_{11})$ 、 $V_{11} + V_{12}$ を満足する熱可塑性樹脂を使用するので、未だ、 $V_{11} + \Delta V_{11} = V_{11} < V_{11} + V_{12}$

の関係は保たれ、 $P_{11}$ の値は大きい。次いで、皮膜原料注入装置の油圧シリンダー62を後退させることによって、シャットオフピン64の先端を後退させて、皮膜原料注入部28を開く。これによって、皮膜原料注入部28まで皮膜原料は充填されるが、型内圧 $P$ が $0 \text{ kgf/cm}^2$ にまで低下していないので樹脂40Aとキャビティ50の金型面との間に空間(隙間)は形成されず、皮膜原料供給部60とキャビティ50とは連通していない。従って、皮膜原料80は、この段階ではキャビティ50側に流入しない。

【0166】型締め力を低下させ、次いで、シャットオフピン64の前進によって、皮膜原料80はキャビティ50内の樹脂40Aとキャビティ50の金型面との境界54に注入される。ここで、

$$V_{11} = \Delta V_{11} + \Delta V_{12}$$

の関係を満足するが、実施例5と比較すると、低圧型締め操作であるが故に、 $\Delta V_{11}$ が大きくなり得る。従って、実施例5よりも厚い皮膜を形成することが可能となる。尚、皮膜原料の注入開始を保圧期間の終了後4秒とした。

## 皮膜形成条件

皮膜原料の注入圧力 $(P_{11})$   $240 \text{ kgf/cm}^2 - G$ 皮膜原料の注入時の型内圧 $(P)$   $100 \text{ kgf/cm}^2$ 皮膜原料の注入直後の型内圧 $(P_{111})$   $240 \text{ kgf/cm}^2$ 注入量  $0.3 \text{ cm}^3$ 

## 皮膜固化条件

固化時間 120秒

【0167】尚、この皮膜の固化期間に、射出成形された樹脂は冷却され続ける。皮膜原料の注入完了後、金型の型締め力を低下させたまま保持しておいてもよい。皮膜原料の注入によって樹脂表面に形成された皮膜を破損しない程度まで型締め力を増加させてもよい。

【0168】こうして、塗料皮膜から成る皮膜80が射出成形品の表側の表面6略全面に亘って形成された射出成形品を得た。皮膜80の厚さは、箱型の射出成形品の底部で平均 $50 \mu\text{m}$ であった。

【0169】実施例6における型内圧の経時変化及び固定金型部を基準とした可動金型部の変位量をそれぞれ

実線及び点線で図30に示す。皮膜原料注入直前における型内圧 $P_{11}$ は $100 \text{ kgf/cm}^2$ 、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度 $T_{11}$ は $231^\circ\text{C}$ であった。実施例6にて用いた熱可塑性樹脂のPVT図を図31に示す。尚、図31のPVT図は図22のPVT図と同一である。図31からも明らかなように、(圧力 $P_{11} = 100 \text{ kgf/cm}^2$ 、温度 $T_{11} = 235^\circ\text{C}$ )における熱可塑性樹脂の比容積を $V_{11}$ 、(圧力 $P_{11} = \text{大気圧}$ 、温度 $T_{11} = 235^\circ\text{C}$ )における熱可塑性樹脂の比容積を $V_{12}$ としたとき、 $V_{11} = 0.648 \text{ cm}^3/\text{g}$ 、 $V_{12} = 0.653 \text{ cm}^3/\text{g}$ である。即ち、 $V_{11} > V_{12}$ を満足している。つまり、

$$V_{11} + \Delta V_{11} = V_{11} < V_{11} + V_{12}$$

の関係を満足している。それ故、皮膜原料注入直前の型内圧は $0 \text{ kgf/cm}^2$ まで低下せず、かかる圧力が $P_{11}$ として認識される。言い換えれば、キャビティ50内樹脂40Aとキャビティ50の金型面との間に空間(隙間)が発生することはない。

【0170】尚、離型直前における型内圧 $P'$ の値は約 $190 \text{ kgf/cm}^2$ であった。即ち、離型直前における型内圧 $P'$ は $0 \text{ kgf/cm}^2$ にまで低下してはいない。これは、

$$V_{11} + \Delta V_{11} = V_{11} + V_{12} < V_{11} + V_{12}$$

の関係を満足するように、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に所定量(体積 $V_{11}$ )の皮膜原料を注入したからである。従って、樹脂は皮膜原料の注入後もキャビティ50の金型面を押し続け、型内圧が $0 \text{ kgf/cm}^2$ まで低下することはなかった。

【0171】(実施例7)実施例7も、本発明の第2の態様に関する。実施例7が実施例5と相違する点は、金型の型締め力を皮膜原料80の注入前に、溶融樹脂の射出時における型締め力よりも減少させ、その後、固定金型部22と可動金型部26とでキャビティ50を形成した状態で可動金型部26を固定金型部22から離間した後、キャビティ50内の樹脂40Aとキャビティ50の金型面の境界54に皮膜原料80を注入する点にある。実施例7においては、金型の型締め力を、溶融樹脂の射出時の型締め力を約100トンfとし、皮膜原料80の注入前に、型締め力を開放(0トンf)とした。これによって、金型開閉方向のキャビティの距離(厚さ)は約2mm程度増加した。更に、可動金型部26を固定金型部22から0.1mm離間した。これによって、キャビティ50の金型開閉方向の厚さ(距離)は、溶融樹脂の射出時に比べて、0.3mm増加した。固定金型部22に対する可動金型部26の実施例7の熱可塑性樹脂の射出成形方法の実施に用いた射出成形装置の構造は、図23に示した射出成形装置と同様とすることができ、尚、キャビティの形状及び寸法を、実施例5と同様とした。

【0172】実施例7において使用した成形用の熱可塑

性樹脂原料及び皮膜原料は、実施例 5 と同様とした。また、射出成形条件、保圧操作条件も実施例 5 と同様は、以下のとおりとした。

#### 射出成形条件

金型温度 : 130℃

熔融樹脂の温度 : 270℃

射出圧力 : 700 kg f / cm<sup>2</sup> - G

#### 保圧操作条件

保圧圧力 : 800 kg f / cm<sup>2</sup> - G

保圧期間 : 9 秒

【0173】実施例 7 では保圧期間の終了直後、型締め用油圧シリンダー 30 を作動させて型締め力を解放し、可動金型部 26 を固定金型部 22 から 0.1 mm 離間させた。これによって、金型開閉方向のキャビティの距離（厚さ）が約 0.3 mm 増加した。その後、皮膜原料注入装置の油圧シリンダー 62 を後退させることによって、シャットオフピン 64 の先端を後退させて、皮膜原料注入部 28 を開く。これによって、皮膜原料注入部 28 まで皮膜原料は充填されるが、キャビティ（体積： $v_{c1} + \Delta v_{c1}$ ）は樹脂で完全に満たされており、型内圧 0 kg f / cm<sup>2</sup> にまで低下していないので、樹脂 40 A とキャビティ 50 の金型面の間に空間が形成されず、皮膜原料供給部 60 とキャビティ 50 とは連通していない。従って皮膜原料 80 は、この段階ではキャビティ 50 側に流入しない。

【0174】可動金型部 26 を固定金型部 22 から離間させ、次いで、シャットオフピン 64 の前進によって、皮膜原料 80 はキャビティ 50 内の樹脂 40 A とキャビティ 50 の金型面との境界 54 に注入される。皮膜原料の注入開始を保圧期間の終了後 4 秒とした。注入すべき皮膜原料の体積は、 $v_{p1} = \Delta v_{c1} + \Delta v_{r1}$  を満たすべき量である。尚、実施例 6 と比較すると、可動金型離間操作であるが故に、 $\Delta v_{c1}$  が大きくなる。従って、実施例 6 よりも厚い皮膜を形成することが可能となる。

#### 皮膜形成条件

皮膜原料の注入圧力（ $p_{inj}$ ） : 200 kg f / cm<sup>2</sup> - G

皮膜原料の注入時の型内圧（ $P$ ） : 50 kg f / cm<sup>2</sup>

皮膜原料の注入直後の型内圧（ $P_{res}$ ） : 200 kg f / cm<sup>2</sup>

注入量 : 0.6 cm<sup>3</sup>

#### 皮膜固化条件

固化時間 : 20 秒

【0175】尚、この皮膜の固化期間に、射出成形された樹脂は冷却され続ける。皮膜原料の注入完了後、金型の型締め力を開放したまま保持しておいてもよいし、皮膜原料の注入によって樹脂表面に形成された皮膜を破壊しない程度まで型締め力を増加させてもよい。

【0176】こうして、塗料皮膜から成る皮膜 82 が射出成形品の表側の表面の略全面に亘って形成された射出

成形品を得た。皮膜 82 の厚さは、箱型の射出成形品の底部で平均 100 μm であった。

【0177】実施例 7 における型内圧の経時変化及び固定金型部を基準とした可動金型部の変位量を、それぞれ実線及び点線で図 3 に示す。皮膜原料注入直前における型内圧  $P_1$  は 50 kg f / cm<sup>2</sup>、かかる時点におけるキャビティ内の樹脂の温度  $T_1$  は 235℃ であった。実施例 7 にて用いた熱可塑性樹脂の P-V-T 図を図 3 に示す。尚、図 3 の P-V-T 図は図 2 の P-V-T 図と同一である。図 3 から明らかなように、（圧力  $P_1 = 50$  kg f / cm<sup>2</sup>、温度  $T_1 = 235$ ℃）における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_1$ 、（圧力  $P_2 =$  大気圧、温度  $T_2 = 235$ ℃）における熱可塑性樹脂の比容積を  $V_2$  としたとき、 $V_1 = 0.650$  cm<sup>3</sup> / g、 $V_2 = 0.653$  cm<sup>3</sup> / g である。即ち、 $V_1 > V_2$  を満足している。つまり、

$$V_1 + \Delta V_{c1} + V_{r1} < V_2 + V_{r2}$$

の関係を満足している。それ故、皮膜原料注入直前の型内圧は 0 kg f / cm<sup>2</sup> まで低下せず、かかる圧力  $P_1$  として認識される。言い換えれば、キャビティ 50 内の樹脂 40 A とキャビティ 50 の金型面との間に空間（隙間）が発生することはない。

【0178】尚、離型直前における型内圧  $P'$  の値は約 100 kg f / cm<sup>2</sup> であった。即ち、離型直前における型内圧  $P'$  は 0 kg f / cm<sup>2</sup> にまで低下していない。これは、

$$V_1 + \Delta V_{c1} = V_{r1} + V_{c1} < V_{r2} + V_{c2}$$

の関係を満足するように、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に所定量（体積： $v_{r1}$ ）の皮膜原料を注入したからである。従って、樹脂は皮膜原料の注入後もキャビティ 50 の金型面を押し続け、型内圧が 0 kg f / cm<sup>2</sup> まで低下することはなかった。

【0179】以上、本発明を好ましい実施例に基づき説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。実施例にて説明した条件や使用した材料は例示であり、適宜変更することができる。また、射出成形装置の構造も例示であり、適宜設計変更することができる。

例えば、実施例にて説明した射出成形装置においては、固定金型部 22 に皮膜原料注入部 28 が取り付けられているが、皮膜原料注入部 28 を可動金型部 26 に取り付けなくてもよい。これによって、例えば箱型の射出成形品の内面に皮膜を形成することができる。更には、固定金型部 22 及び可動金型部 26 のそれぞれに皮膜原料注入部 28 を取り付ければ、例えば箱型の射出成形品の表側及び内面の両方に皮膜を形成することができる。

【0180】また、本発明の第 1 の態様においては、キャビティ 50 内の樹脂 40 A とキャビティ 50 の金型面との間の空間 52 を一層形成し易くするために、金型を開じ且つ金型の型締め力を保持した状態で、通常必要とされる保圧圧力よりも低い保圧圧力で保圧してもよい。

この場合、通常必要とされる保圧圧力よりも低い保圧圧力は、通常必要とされる保圧圧力の 30% 乃至 90%、より好ましくは 40% 乃至 60% であることが望ましい。保圧期間中の金型の型締め力は、一定であっても、逐次変化させてもよい。例えば、溶融樹脂の冷却・固化の間に金型の型締め力を段階的に減少させてもよい。あるいは又、キャビティ内の溶融樹脂の射出後、金型を閉じ且つ金型の型締め力を保持した状態で、通常必要とされる保圧圧力で、しかも通常必要とされる保圧時間（保圧期間）よりも短い時間、保圧してもよい。この場合、通常必要とされる保圧時間よりも短い保圧時間は、通常必要とされる保圧時間の 20% 乃至 80%、より好ましくは 30% 乃至 50% であることが望ましい。

【0181】本発明の熱可塑性樹脂の射出成形方法においては、皮膜原料を注入した直後の型内圧  $P_{inj}$ 、 $P_{inj}$  が先に説明した範囲内に収まるように、適宜、第 1 の態様若しくは第 2 の態様を選択し、併せて、型締め操作の形態（高压型締め操作、低压型締めの操作、可動金型部離開操作）を選択すればよい。どの組み合わせが最適かは、熱可塑性樹脂の種類、皮膜原料注入直前のキャビティ内の樹脂の柔軟度、皮膜原料の注入量（即ち、射出成形品の表面に形成すべき皮膜の厚さ）、射出成形品の肉厚や形状等に基づき、決定すればよい。

【0182】

【発明の効果】本発明の熱可塑性樹脂の射出成形方法を採用することにより、熱可塑性樹脂の射出成形工程内で、各種の機能を有する皮膜を樹脂の表面上に形成することができ、最終製品に至る製造工程の削減、製造設備の縮小、加工・処理時間の短縮、製造コストの低減を図ることが可能となる。

【0183】本発明の第 1 の態様においては、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に空間（隙間）を形成し、かかる空間に皮膜原料を注入する。従って、均一な皮膜が射出成形品の表面に形成される。また、所定の期間の間保圧を行うことによって、射出成形品にひけやカドが発生することを防止することができ、しかもキャビティによって形成される形状の射出成形品への転写性を良くすることができる。更には、熱可塑性樹脂の比容積を規定することで、キャビティ内での溶融樹脂の過剰充填が型締め力によって受ける圧縮圧である  $P_{inj}$  の値を確実に  $0.1 \text{ kg/cm}^2$  にすることができ、射出成形品表面とキャビティの金型面との間に空間（隙間）が確実に生じる。更に、キャビティ内の樹脂に加わる圧力が大気圧まで低下した後皮膜原料を注入することによって、かかる空間に皮膜原料を確実に且つ均一に注入することができる。また、 $P_{inj}$  の値を規定することによって、かかる空間の体積よりも多い体積の皮膜原料を空間内に確実に注入でき（皮膜原料オーバーショット法）、注入された皮膜原料、更には収縮しつつある皮膜原料に確実に圧力が加わり続ける。その結果、皮膜表面

へのキャビティの金型面の転写性に優れ、皮膜表面の光沢性が向上する。また、熱可塑性樹脂に対する皮膜の密着性も向上する。

【0184】本発明の第 2 の態様においては、キャビティ内に射出された樹脂によって生成された型内圧が完全に低下しないうちに、言い換えれば、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面との間に隙間を設けることなく、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に皮膜原料を注入する。その結果、注入された皮膜原料には確実に圧力が加わり続けるので、皮膜原料が収縮しても、皮膜表面へのキャビティの金型面の転写性に優れ、皮膜表面の光沢性が向上するし、熱可塑性樹脂に対する皮膜の密着性も向上する。また、熱可塑性樹脂の比容積を規定することで、キャビティ内に射出された樹脂によって生成された型内圧が完全に低下しないうちに、即ち、 $P_{inj}$  の状態において、確実にキャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に皮膜原料を注入することができる。更には、皮膜原料を注入する直前の型内圧  $P_{inj}$  の値を規定することによって、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に皮膜原料を確実に注入することができ、あるいは又、皮膜原料注入直後の型内圧  $P_{inj}$  の値を規定することによって、キャビティ内の樹脂とキャビティの金型面の間に注入された皮膜原料を加圧し続けることができる。また、皮膜原料の注入開始を、保圧期間の終了と同時に若しくはそれ以降とすることによって皮膜原料を注入する装置への溶融樹脂の流入を防止することができ、しかも熱可塑性樹脂に対する皮膜の密着性を一層向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】キャビティ、溶融樹脂又は樹脂、皮膜原料又は皮膜の体積の変化の状態を模式的に示す図である。

【図 2】本発明の第 1 の態様に関する高压型締め操作における型内圧の経時変化及び  $P-V-T$  図を模式的に示す図である。

【図 3】本発明の第 1 の態様に関する高压型締め操作における  $P-V-T$  図を模式的に示す図である。

【図 4】本発明の第 1 の態様に関する低压型締め操作における型内圧の経時変化及び  $P-V-T$  図を模式的に示す図である。

【図 5】本発明の第 1 の態様に関する低压型締め操作における型内圧の経時変化及び  $P-V-T$  図を模式的に示す図である。

【図 6】本発明の第 1 の態様に関する可動金型部離開操作における型内圧の経時変化及び  $P-V-T$  図を模式的に示す図である。

【図 7】本発明の第 1 の態様に関する可動金型部離開操作における型内圧の経時変化及び  $P-V-T$  図を模式的に示す図である。

【図 8】本発明の第 1 の態様に関する可動金型部離開操作における型内圧の経時変化及び  $P-V-T$  図を模式的に示す図である。

す図である。

【図 9】本発明の第 2 の態様に関する高压型締の操作における型内圧の経時変化及び P V T 図を模式的に示す図である。

【図 10】本発明の第 2 の態様に関する低压型締の操作における型内圧の経時変化及び P V T 図を模式的に示す図である。

【図 11】本発明の第 2 の態様に関する可動金型部離開操作における型内圧の経時変化及び P V T 図を模式的に示す図である。

【図 12】本発明の熱可塑性樹脂の射出成形方法の実施に適した射出成形装置全体の概念図である。

【図 13】実施例 1 の熱可塑性樹脂の射出成形方法における溶融樹脂の射出の状態、及び皮膜原料を注入する前の状態を示す、金型の部分等の概念図である。

【図 14】実施例 1 の熱可塑性樹脂の射出成形方法における皮膜原料の注入直前の状態、及び皮膜原料の注入開始の状態を示す、金型の部分等の概念図である。

【図 15】実施例 1 の熱可塑性樹脂の射出成形方法における皮膜原料の注入中の状態、及び皮膜原料の注入完了の状態を示す、金型の部分等の概念図である。

【図 16】実施例 1 の熱可塑性樹脂の射出成形方法における皮膜の形成完了後の状態を示す、金型の部分等の概念図である。

【図 17】皮膜原料の注入油圧圧力の変化を模式的に示す図である。

【図 18】実施例 1 における、樹脂に起因した型内圧の経時変化、及び皮膜原料に起因した型内圧の経時変化を示す図、及び固定金型部を基準とした可動金型部の変位量を示す図である。

【図 19】実施例 1 にて使用した熱可塑性樹脂の P V T 図である。

【図 20】実施例 2 における、樹脂に起因した型内圧の経時変化、及び皮膜原料に起因した型内圧の経時変化を示す図である。

【図 21】実施例 3 における、樹脂に起因した型内圧の経時変化、及び皮膜原料に起因した型内圧の経時変化を示す図である。

【図 22】実施例 3 にて使用した熱可塑性樹脂の P V T 図である。

【図 23】実施例 4 の熱可塑性樹脂の射出成形方法の実施に適した射出成形装置の主に金型の部分を示す概念図である。

【図 24】実施例 5 の熱可塑性樹脂の射出成形方法における溶融樹脂の射出の状態、及び皮膜原料を注入する前の状態を示す、金型の部分等の概念図である。

【図 25】実施例 5 の熱可塑性樹脂の射出成形方法における、皮膜原料の注入直前の状態、及び皮膜原料を注入中の状態を示す、金型の部分等の概念図である。

【図 26】実施例 5 の熱可塑性樹脂の射出成形方法における皮膜の形成完了後の状態を示す、金型の部分等の概念図である。

【図 27】実施例 5 における皮膜原料の注入油圧圧力の変化を模式的に示す図である。

【図 28】実施例 5 における型内圧の経時変化を示す図である。

【図 29】実施例 5 にて使用した熱可塑性樹脂の P V T 図である。

【図 30】実施例 6 における型内圧の経時変化及び固定金型部を基準とした可動金型部の変位量を示す図である。

【図 31】実施例 6 にて使用した熱可塑性樹脂の P V T 図である。

【図 32】実施例 7 における型内圧の経時変化及び固定金型部を基準とした可動金型部の変位量を示す図である。

【図 33】実施例 7 にて使用した熱可塑性樹脂の P V T 図である。

#### 【符号の説明】

- 1 0 熱可塑性樹脂供給用スクリュウ
- 1 1 射出シリンダー
- 1 4 ゲート部
- 2 0 固定ブラテン
- 2 2 固定金型部
- 2 4 可動ブラテン
- 2 6 可動金型部
- 2 8 皮膜原料注入部
- 3 0 金型締用油圧シリンダー
- 3 2 油圧ピストン
- 3 4 クイパー
- 4 0 熱可塑性樹脂
- 4 0 A キャビティ内の樹脂
- 5 0 キャビティ
- 5 2 空間
- 5 4 境界
- 6 0 皮膜原料供給部
- 6 2 油圧シリンダー
- 6 4 ジャケットオフピン
- 7 0 ポンプ
- 7 2 皮膜原料タンク
- 8 0 皮膜原料
- 8 2 固化後の皮膜

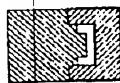
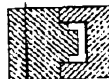
【図 1】

[キャビティ、樹脂、皮膜の体積変化]

(1) 溶融樹脂の射出直前

 $V_{C0}$ 

(2) 溶融樹脂の射出完了

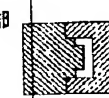
 $V_{C0} + \Delta V_{C0}$ (3) 低圧型締め操作の完了  
可動金型部離型操作の完了 $V_{C0} + \Delta V_{C1}$ 

(4) 皮膜原料の注入直後

 $V_{R3}$   
 $V_{F0}$  $V_{C0} + \Delta V_{C3}$ 

(5) 離型直前

可動金型部

 $V_{R4}$   
 $V_{F4}$  $V_{C0} + \Delta V_{C4}$ 

固定金型部

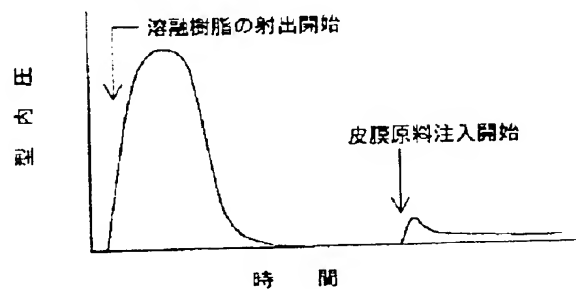
基準線

【図 2】

[本発明の第 1 の態様] 高圧型締め操作

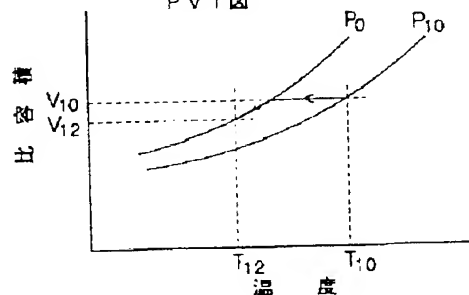
(A)

型内圧の時間変化



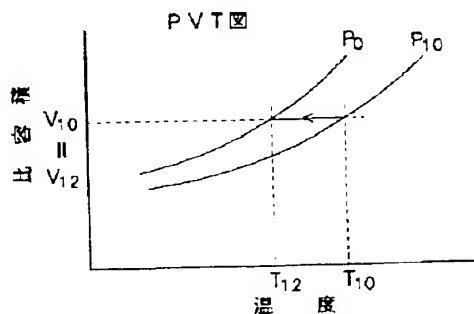
(B)

PVT 図

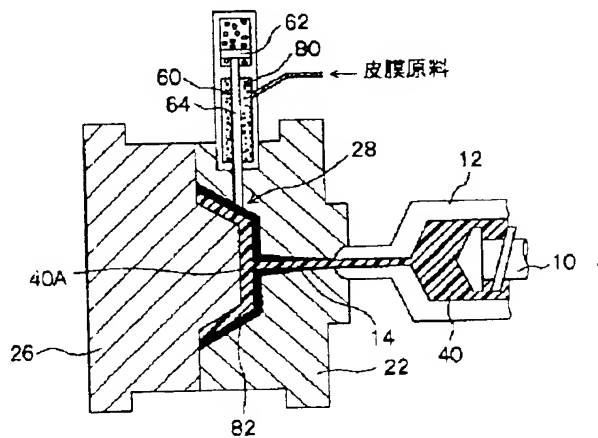


【図 3】

[本発明の第 1 の態様] 高圧型締め操作

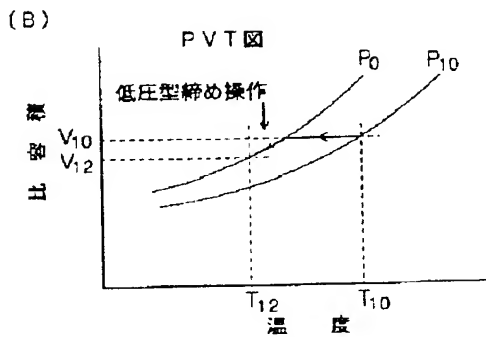
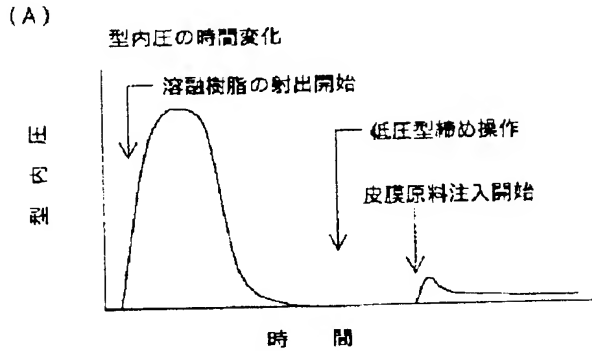


【図 16】



【図 4】

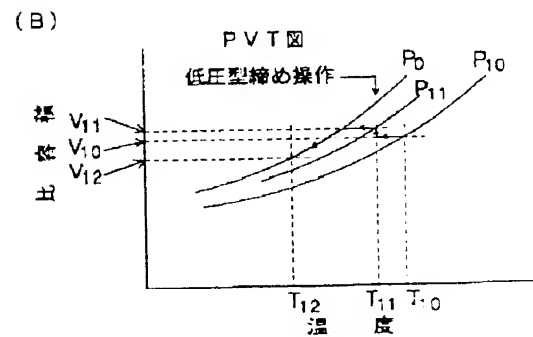
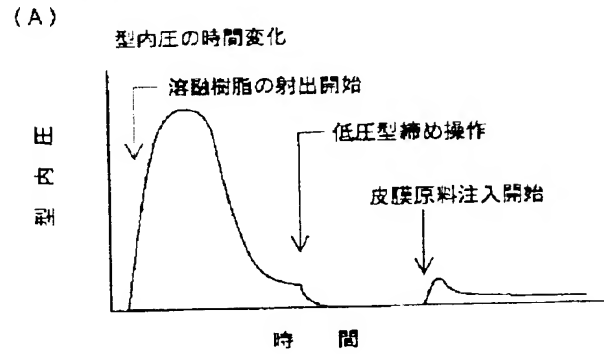
[本発明の第 1 の態様] 低圧型締め操作



【図 6】

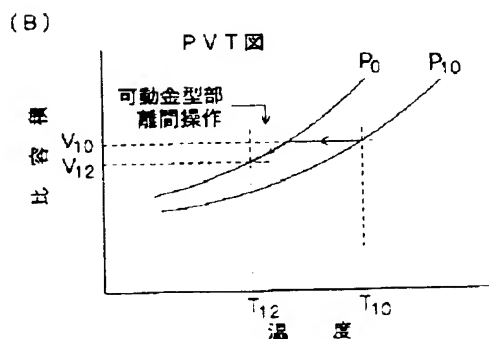
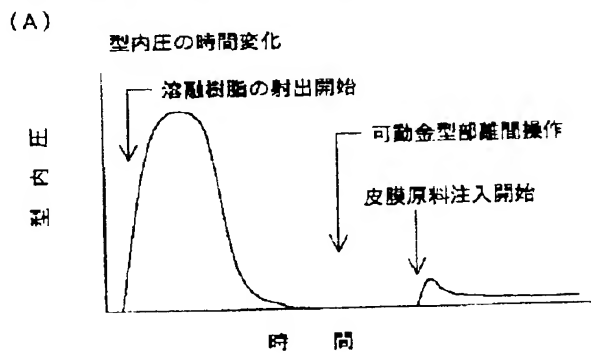
【図 5】

[本発明の第 1 の態様] 低圧型締め操作

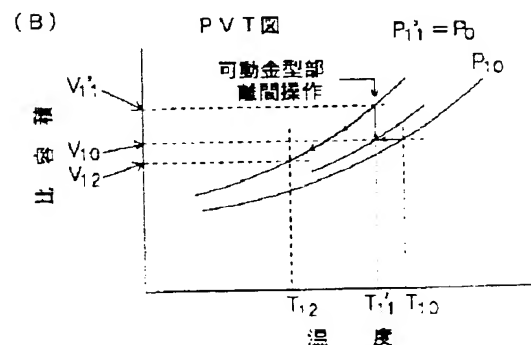
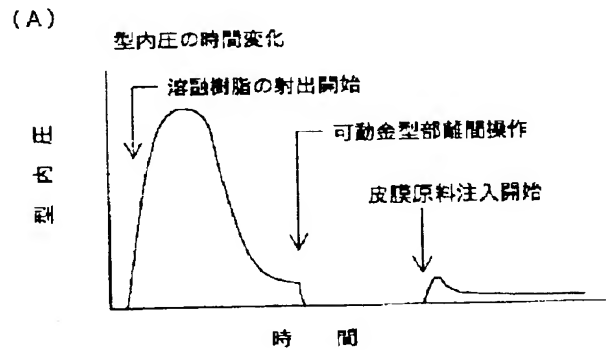


【図 7】

[本発明の第 1 の態様] 可動金型部離開操作



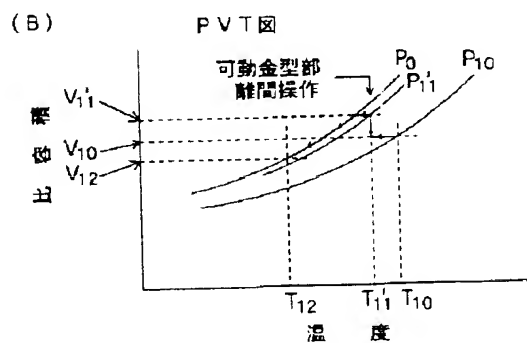
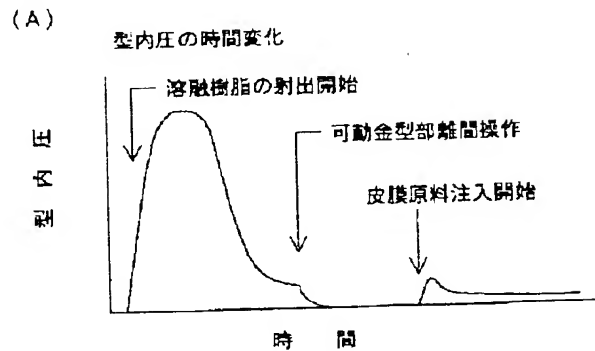
[本発明の第 1 の態様] 可動金型部離開操作





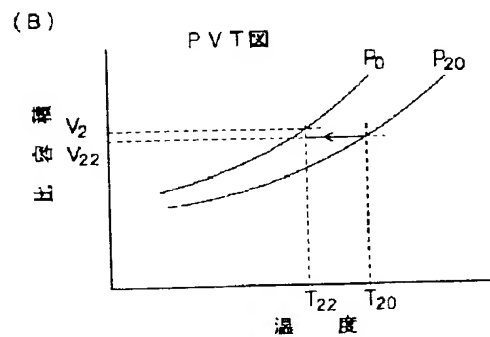
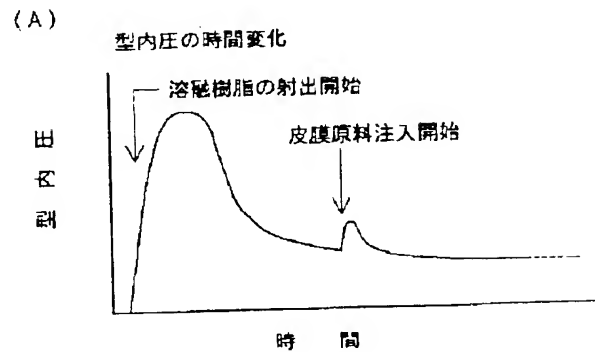
【図 8】

[本発明の第 1 の態様] 可動金型部離間操作

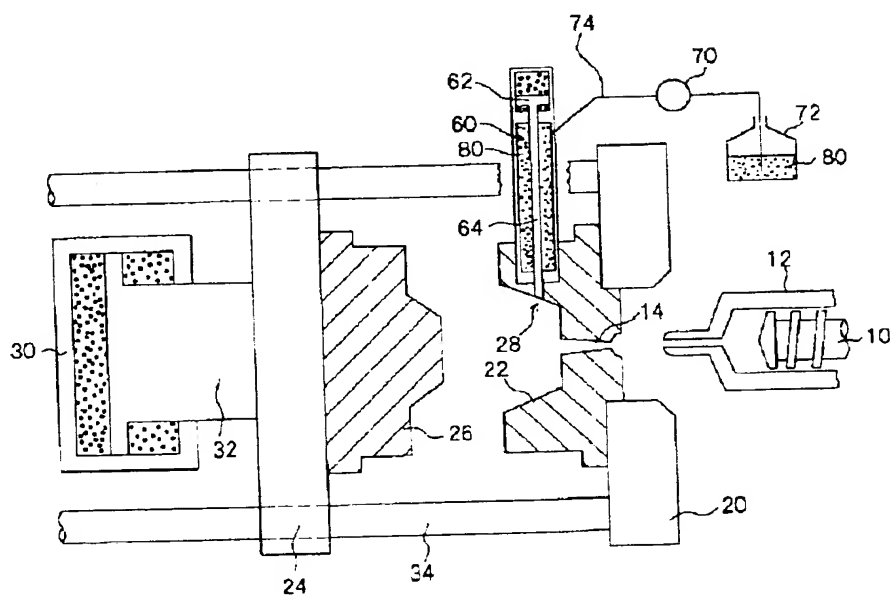


【図 9】

[本発明の第 2 の態様] 高圧型締め操作

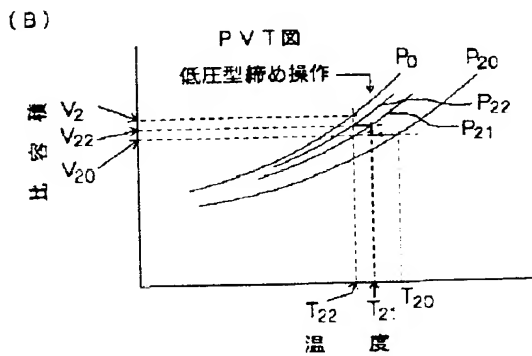
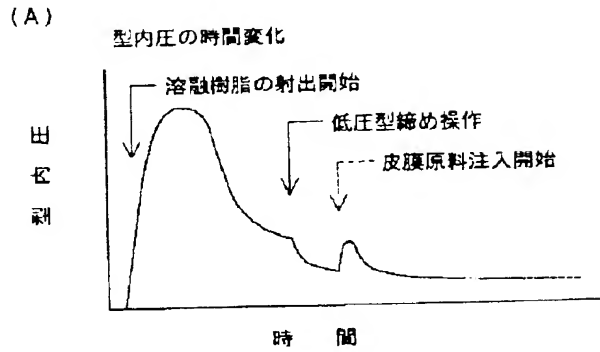


【図 12】



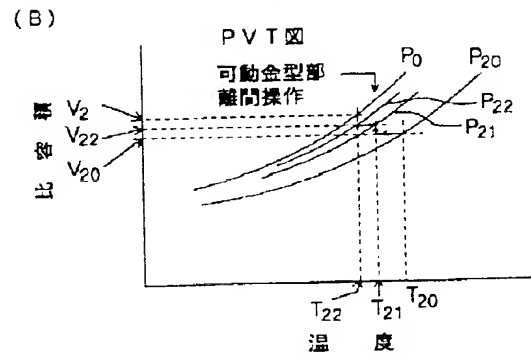
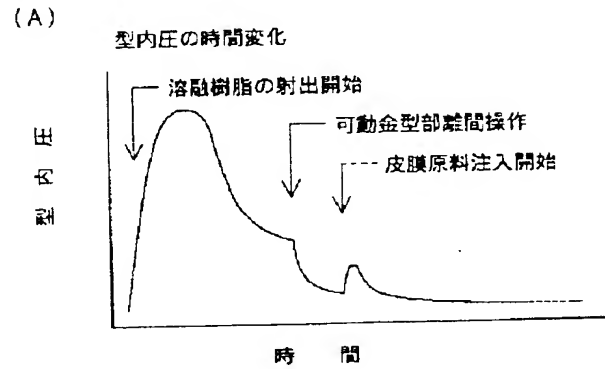
【図 10】

[本発明の第 2 の態様] 低圧型締め操作

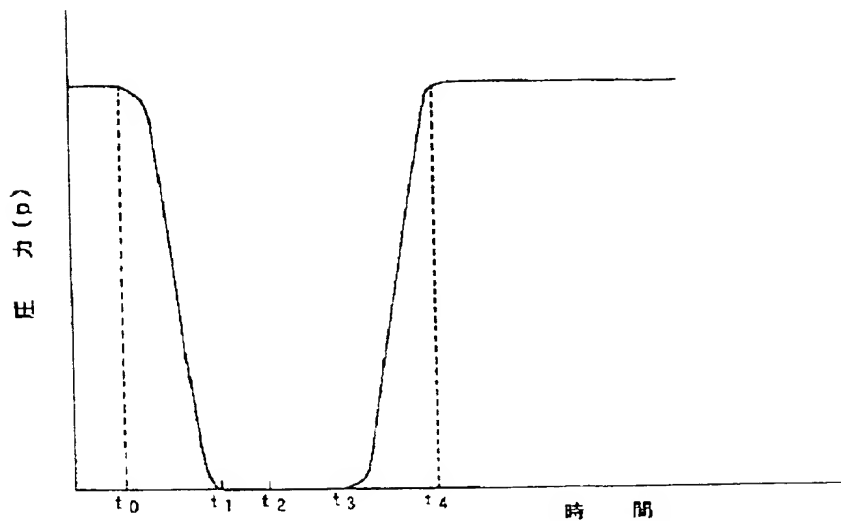


【図 11】

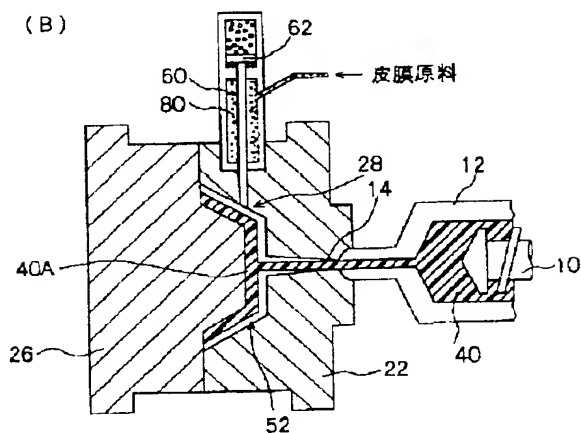
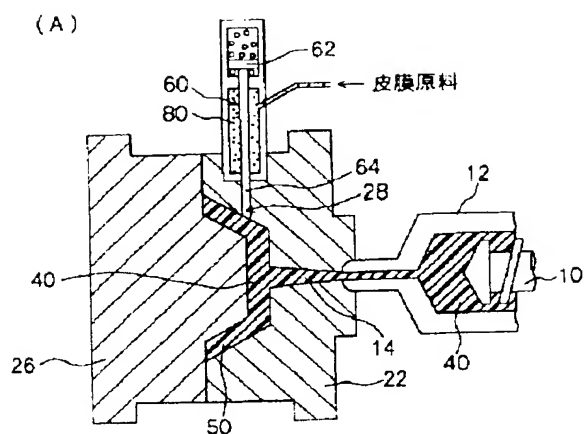
[本発明の第 2 の態様] 可動金型部離間操作



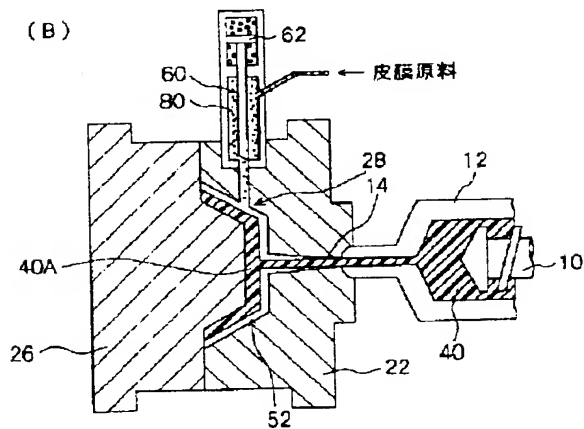
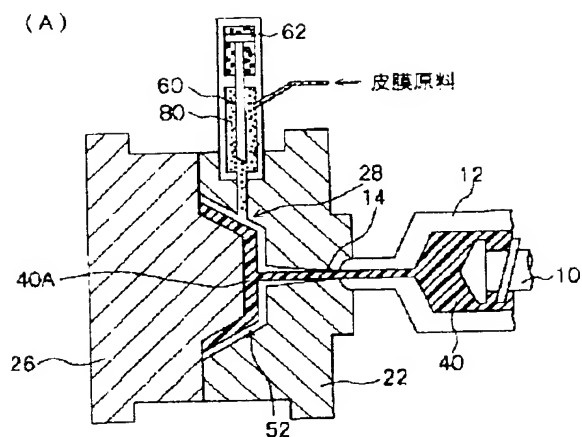
【図 17】



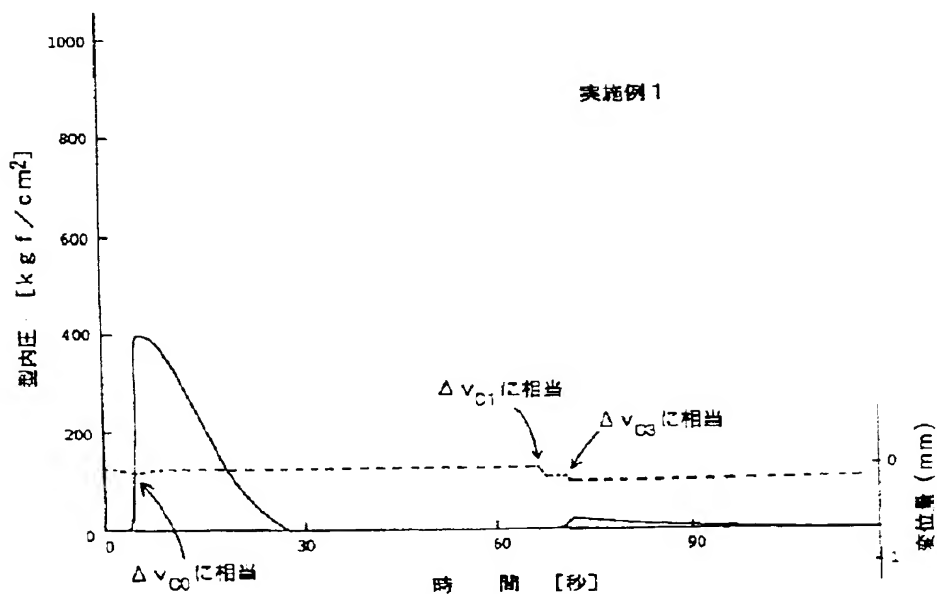
【図 1 3】



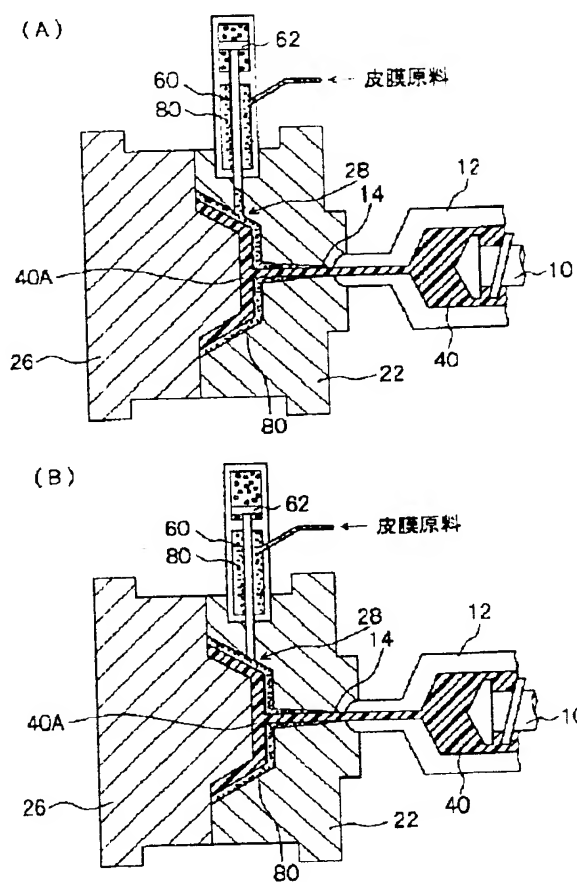
【図 1 4】



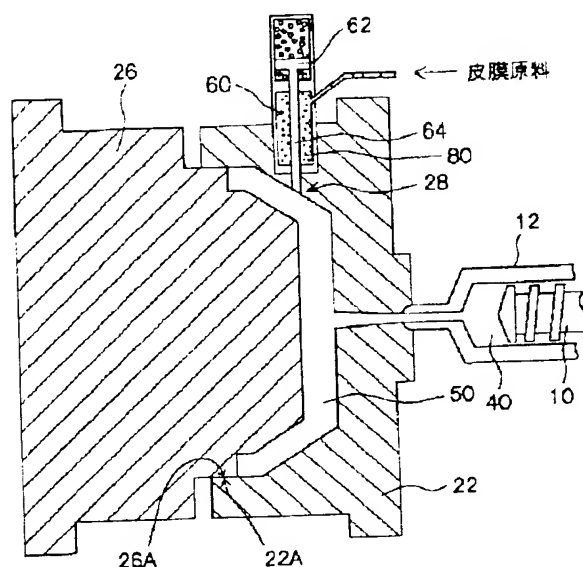
【図 1 8】



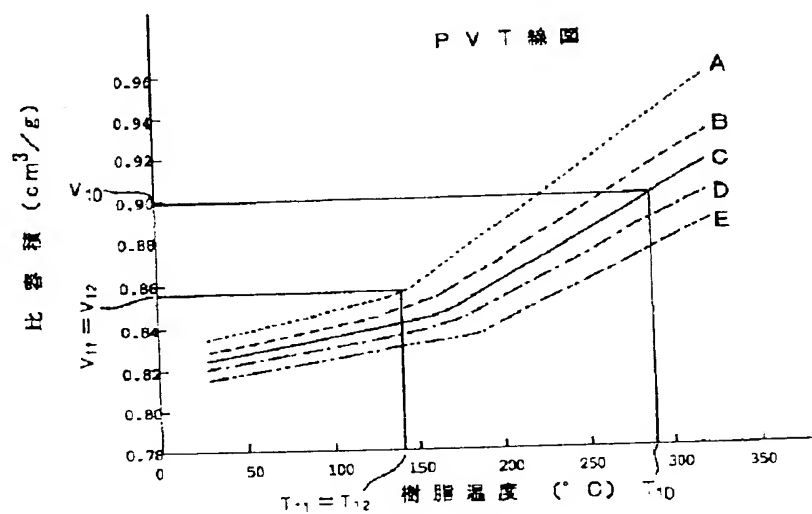
【図 15】



【図 23】

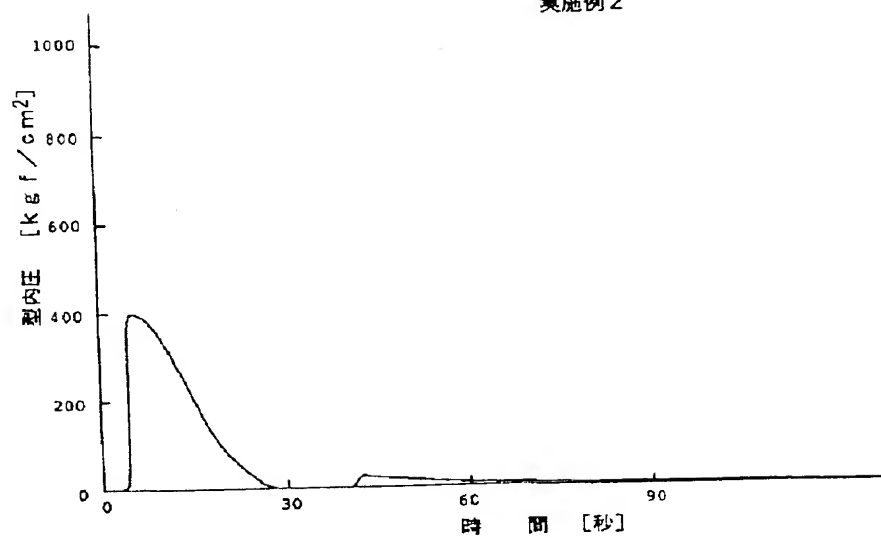


【図 19】



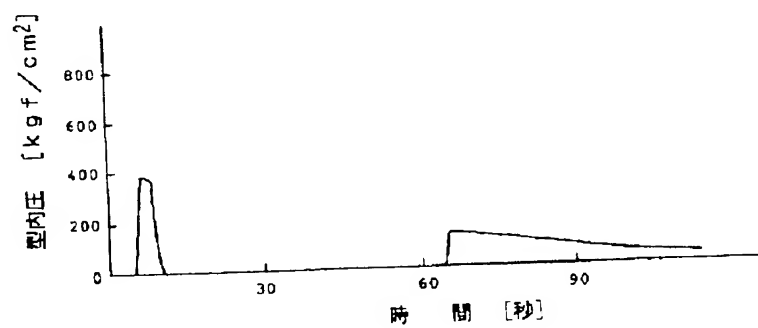
【図 2 0】

## 実施例 2

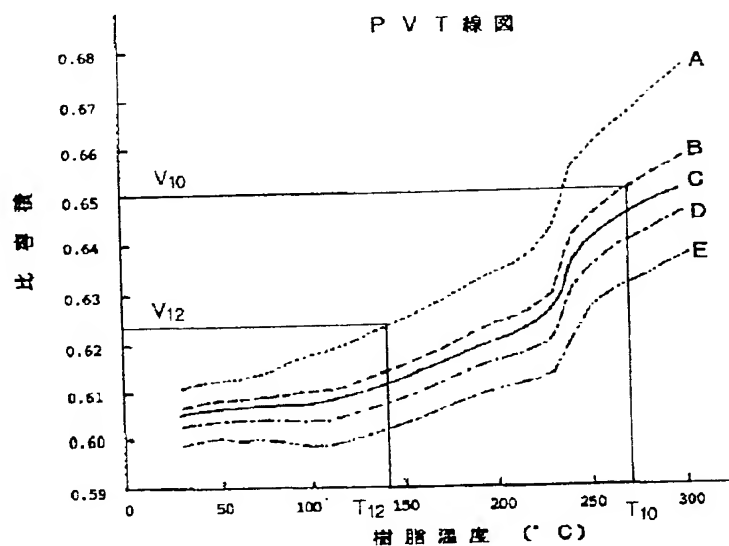


【図 2 1】

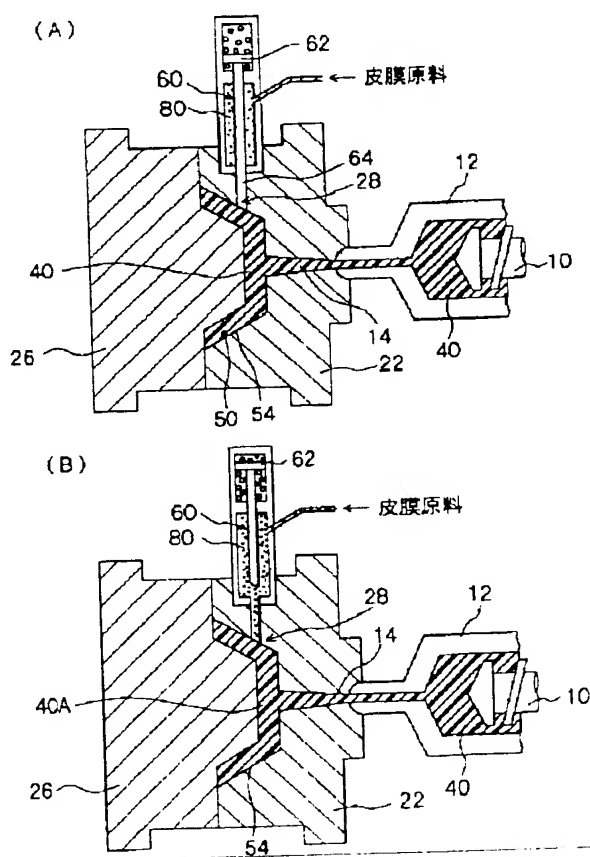
## 実施例 3



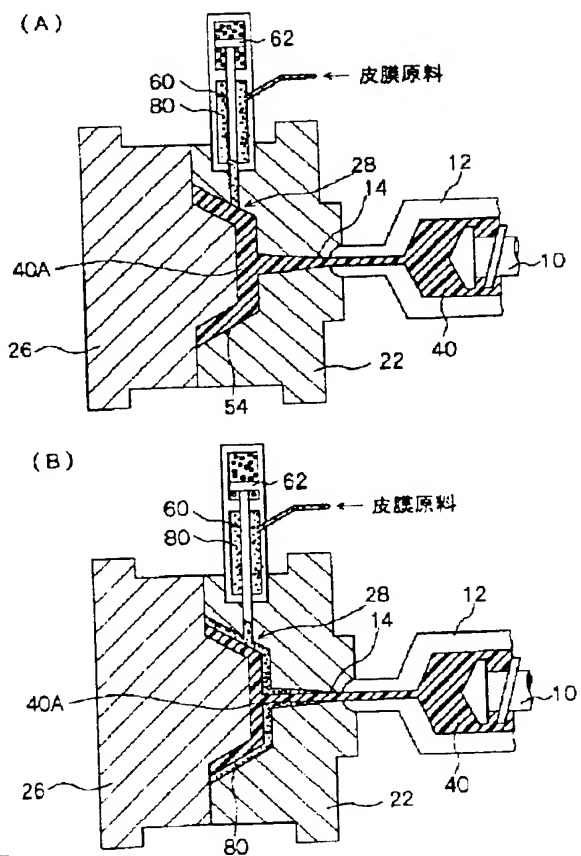
【圖 2 2】



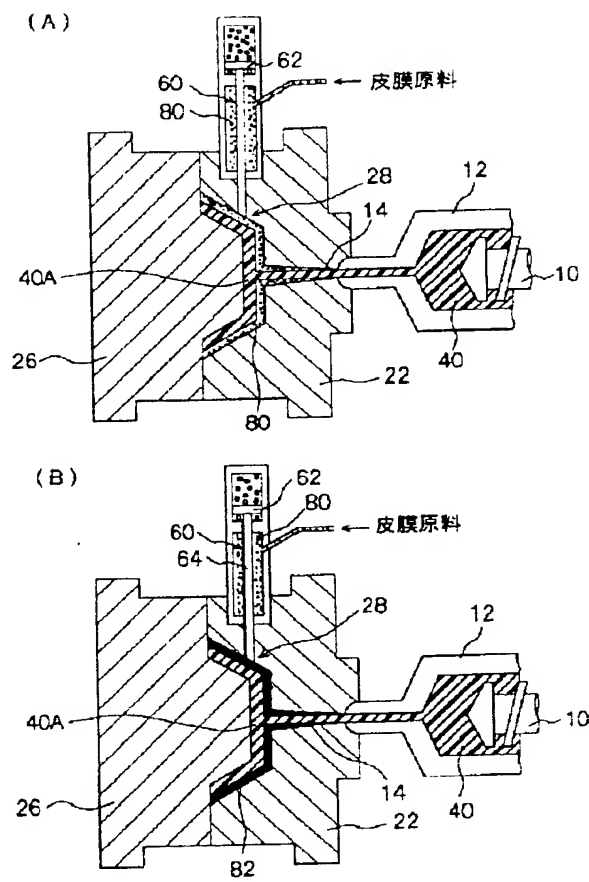
【圖 2 4】



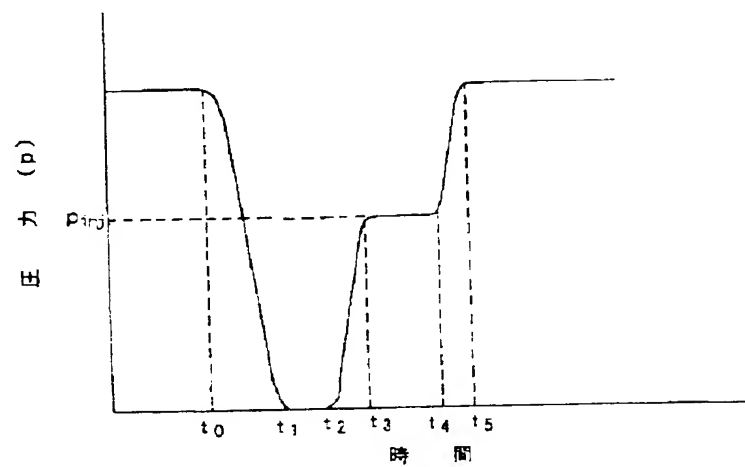
【圖 2 5】



【図 2 6】

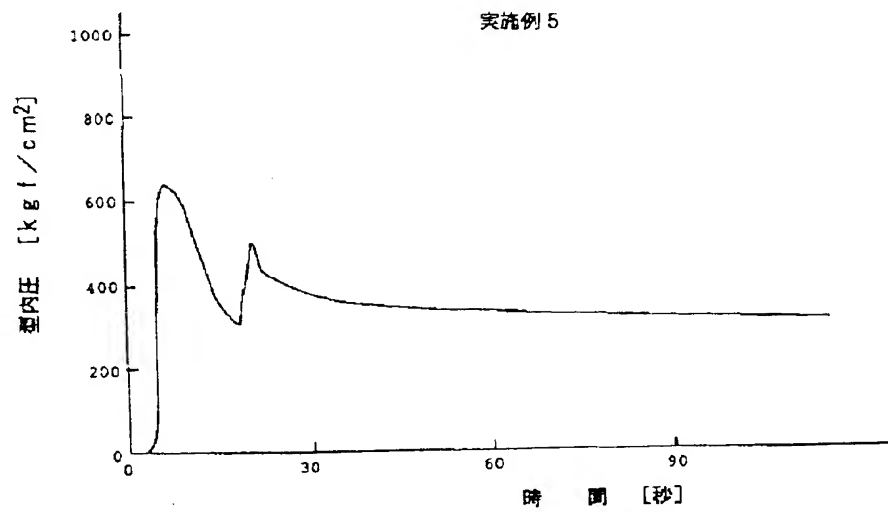


【図 2 7】

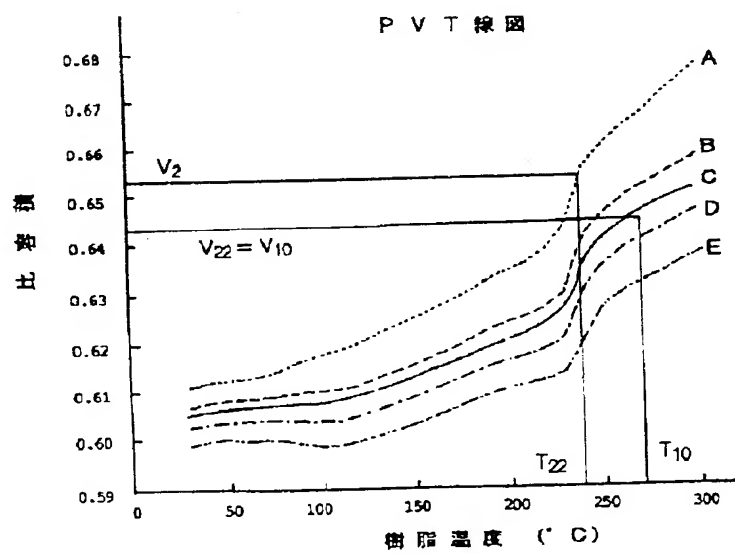




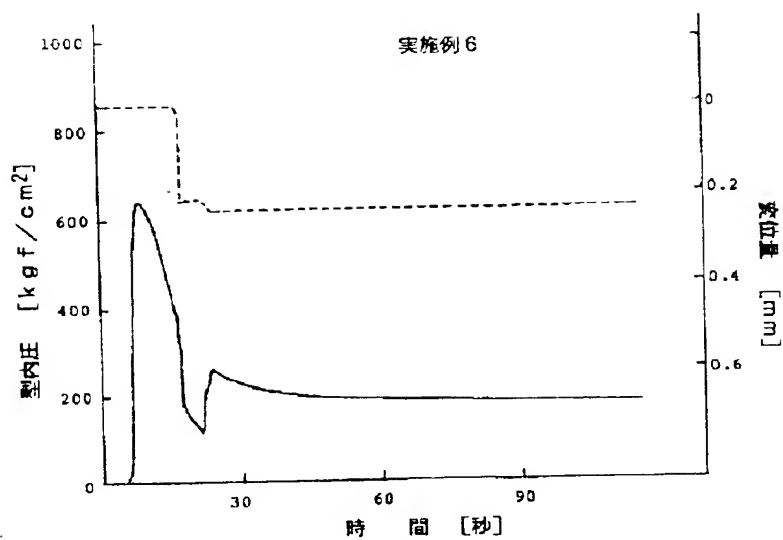
【図 28】



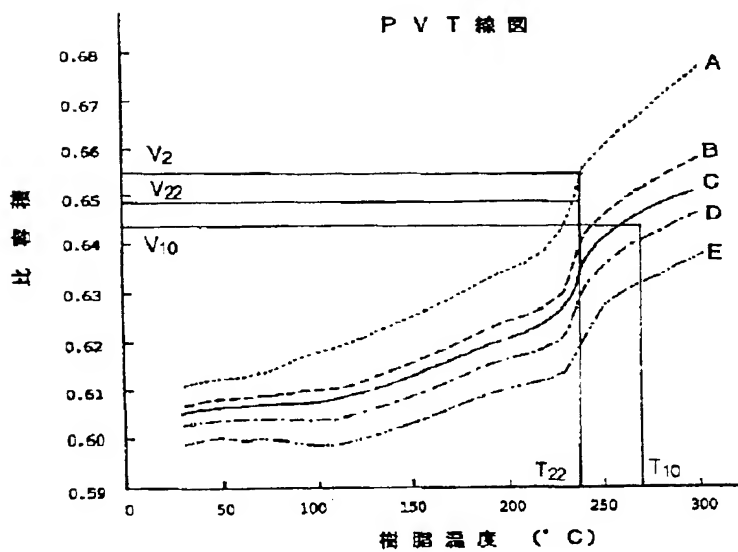
【図 29】



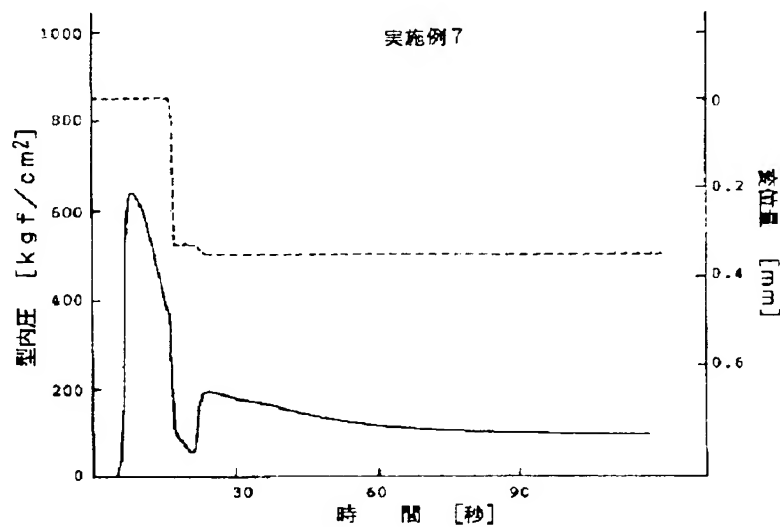
【図 3 0】



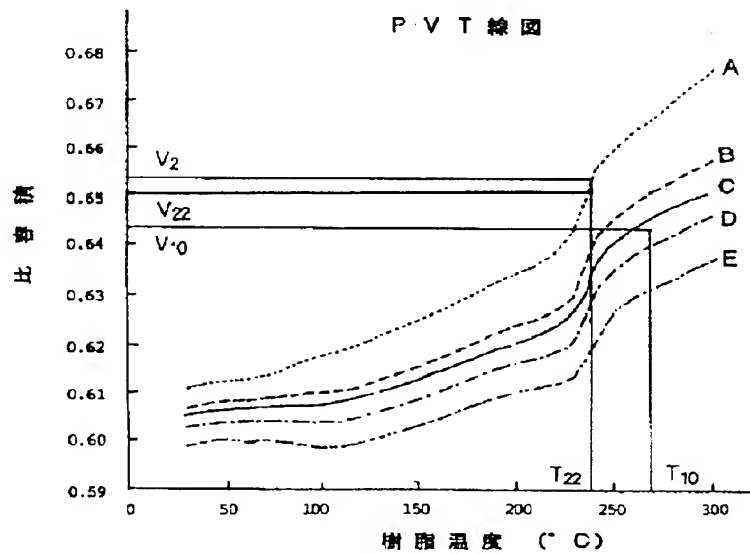
【図 3 1】



【図32】



【図33】



フロントページの続き

(72)発明者 泉田 敏明  
神奈川県平塚市東八幡5丁目6番2号 三菱エンジニアリングプラスチックス株式会社技術センター内

(72)発明者 赤堀 和之  
神奈川県平塚市東八幡5丁目6番2号 三菱エンジニアリングプラスチックス株式会社技術センター内

(72)発明者 山本 義明  
愛知県小牧市三ノ淵字西ノ門878 大日本塗料株式会社社内